



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 102 43 100 A 1

51 Int. Cl. 7:
H 01 M 4/88

21 Aktenzeichen: 102 43 100.0
22 Anmeldetag: 17. 9. 2002
43 Offenlegungstag: 10. 4. 2003

DE 102 43 100 A 1

30 Unionspriorität:
2001-281382 17. 09. 2001 JP
2002-165826 06. 06. 2002 JP

71 Anmelder:
Toyota Jidosha K.K., Toyota, Aichi, JP

74 Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNIS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

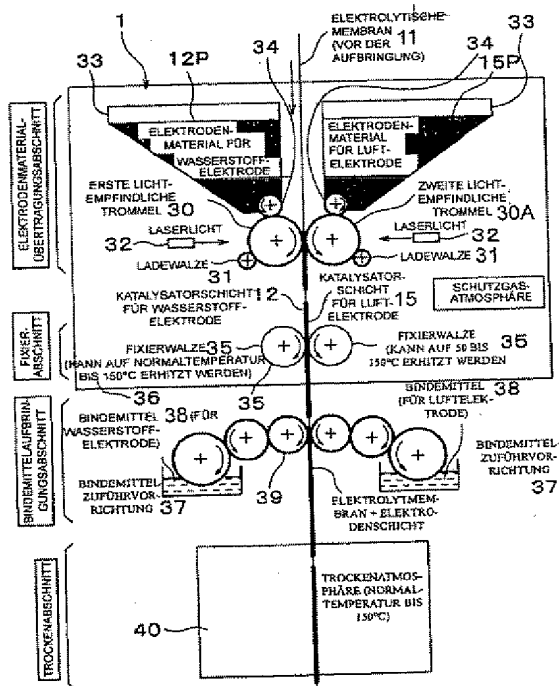
72 Erfinder:
Kaji, Yoshifumi, Toyota, Aichi, JP; Murate, Masashi,
Toyota, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellenelektrode

57 Bei dem Verfahren und der Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode wird Elektrodenmaterial (12P, 15P) in einem vorgeschriebenen Muster elektrostatisch auf einer lichtempfindlichen Trommel (30) festgehalten. Das Elektrodenmaterial des vorgeschriebenen Musters wird dann von der lichtempfindlichen Trommel (30) auf eine Elektrolytmembran (11) oder eine Membran einer Diffusionsschicht übertragen. Das übertragene Elektrodenmaterial des vorgeschriebenen Musters wird dann auf der Membran (11) fixiert. Das Elektrodenmaterial (12P oder 15P) kann mehrfach elektrostatisch auf die Membran (11) aufgebracht werden, um die Elektrodenstruktur in Richtung der Dicke zu verändern.



DE 102 43 100 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer Elektrode für eine Polymer-elektrolyt-Brennstoffzelle.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Eine Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle ist als Stack ausgebildet, der einen Stapel von Zellen (Zellstapel), Anschlussklemmen (Elektrodenplatten), Isolatoren, Endplatten und ein Befestigungselement (z. B. eine Spannungsplatte) umfasst. Insbesondere wird der Zellstapel durch Stapeln einer Mehrzahl von Membran-Elektroden-Einheiten (MEA) und Separatoren gebildet. Eine Anschlussklemme (Elektrodenplatte), ein Isolator und eine Endplatte sind in Stapelrichtung an beiden Enden des Zellstapels angeordnet. Ein Befestigungselement spannt den Zellstapel in Stapelrichtung und ist außerhalb des resultierenden Zellstapels angeordnet, so dass er sich in Stapelrichtung erstreckt. Jede MEA ist aus einer Elektrolytmembran, einer Anode, die an einer Oberfläche der Elektrolytmembran angeordnet ist, und einer Kathode gebildet, die an der anderen Oberfläche der Elektrolytmembran angeordnet ist. Die Elektrolytmembran ist als Ionen-Austausch-Membran ausgebildet. Die Anode und die Kathode weisen eine Katalysatorschicht auf. Diffusionsschichten sind jeweils zwischen den Katalysatorschichten und dem Separator angeordnet. Jeder Separator hat Fluiddurchführungen zur Zuführung eines Brennstoffgases (Wasserstoff) und eines Oxidationsgases (Sauerstoff, gewöhnlich Luft) zu einer entsprechenden Anode bzw. Kathode.

[0003] In der Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle laufen die folgenden Reaktionen an der Anode und Kathode ab: An der Anode werden aus Wasserstoff Wasserstoffionen und Elektronen erzeugt. Die so erzeugten Wasserstoffionen wandern durch die Elektrolytmembran zur Kathode. An der Kathode hingegen wird aus Sauerstoff, Wasserstoffionen und Elektronen Wasser erzeugt (die Elektronen werden an der Anode einer angrenzenden MEA erzeugt und erreichen anschließend über den Separator die Kathode, oder werden an der Anode der Zelle erzeugt, die an einem Ende des Zellstapels angeordnet ist, und erreichen die Kathode über den äußeren Schaltkreis).

Anode: $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

Kathode: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + (1/2) \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

[0004] Eine häufig verwendete Elektrolytmembran weist eine Dicke von etwa 10 bis 100 µm auf. Jede Katalysatorschicht weist eine Dicke von etwa 1 bis 10 µm auf. Die Katalysatorschicht wird entweder auf beide Oberflächen der Elektrolytmembran oder auf eine Oberfläche der Diffusionsschicht (die aus Kohlepapier oder Kohletuch gebildet ist) aufgebracht.

[0005] Ein Elektroden (Anode, Kathode)-Material kann mit Hilfe einer der folgenden Verfahren auf die Elektrolytmembran aufgebracht werden:

- A. ein nasses Aufbringverfahren zum direkten Aufbringen des Elektrodenmaterials auf die Elektrolytmembran durch Drucken, Walzenbeschichtung, Sprühen oder dergleichen;
- B. ein Verfahren zum Auftragen einer Katalysator-

schicht auf einen Polytetrafluorethylen-Bogen oder eine dünne Polytetrafluorethylen-Platte oder dergleichen, Befestigen dieser Katalysatorschicht auf der Elektrolytmembran durch Wärmeübertragung (Heißenpressen), und anschließend Entfernen des Polytetrafluorethylen-Bogens bzw. der Polytetrafluorethylen-Platte; und

C. ein spezielles, in der Japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 3-295168 offenbartes Aufbringverfahren, d. h. ein Verfahren zum elektrostatischen Befestigen eines Elektrodenmaterials einer Brennstoffzelle an der gesamten Oberfläche der Elektrolytmembran.

[0006] Die oben genannten Aufbringverfahren A, B weisen jedoch die folgenden Probleme auf:

A. Das direkte Aufbringverfahren basiert auf einem nassen Aufbringverfahren, bei dem ein Elektrodenmaterial, d. h. Kohlepulver, auf dem ein Edelmetall angelagert ist, in einem Lösungsmittel wie Isopropylalkohol, Ethanol oder Xylen zum Aufbringen aufgelöst oder schwebend gehalten wird. Da das Lösungsmittel die Elektrolytmembran verändern oder ein Anschwellen oder Schrumpfen von ihr verursachen kann, werden in der aufgetragenen Elektrodenerschicht leicht Risse erzeugt.

Darüber hinaus kann es sein, dass – in Abhängigkeit von den Vermischungsbedingungen des Elektrodenmaterials mit dem Lösungsmittel – das Elektrodenmaterial und das Lösungsmittel nicht gleichmäßig vermischt wird, wodurch möglicherweise Klumpen aus Kohlepulver erzeugt werden und somit eine gleichmäßige Anwendung schwierig ist.

Darüber hinaus ist es unmöglich, eine Elektrode beliebiger Form oder eine Elektrode, deren Struktur (wie z. B. die Konzentration) in Abhängigkeit der Bereiche innerhalb einer vorgeschriebenen Form verschieden ist, herzustellen.

B. Bei dem nassen Aufbringverfahren wird die auf einen Bogen oder auf eine dünne Platte aufgetragene Katalysatorschicht auf die Elektrolytmembran übertragen. Dieses Verfahren erfordert den Übertragungsschritt. Dies erhöht die Anzahl der Schritte und kompliziert darüber hinaus den Herstellungsprozess, was eine Erhöhung der Kosten zur Folge hat. Darüber hinaus ist es unmöglich, eine Elektrode beliebiger Form oder eine Elektrode, deren Struktur (wie z. B. die Konzentration) in Abhängigkeit von den Bereichen innerhalb einer vorbestimmten Form verschieden ist, herzustellen.

Das Verfahren der Japanischen Patentoffenlegungsschrift Nr. 3-295168 basiert auf einem trockenen Aufbringverfahren. Daher werden, anders als bei einem nassen Aufbringverfahren, durch die Reaktion zwischen einem Lösungsmittel und der Elektrolytmembran sowie ein durch das Lösungsmittel verursachtes Anschwellen oder Schrumpfen der Elektrolytmembran Risse oder dergleichen in der Elektrode nicht erzeugt. Das obige Verfahren kann jedoch keine Elektrode beliebiger Form und keine Elektrode, deren Konzentration in Abhängigkeit von den Bereichen innerhalb einer vorgeschriebenen Form verschieden ist und/oder deren Zusammensetzung in Richtung der Dicke der Elektrode verschieden ist, erzeugen.

KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0007] Es ist ein Gegenstand der Erfindung, ein Verfahren

und eine Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode bereitzustellen, die es ermöglichen, eine Elektrode mit einem trockenen Verfahren herzustellen, und die es ermöglichen, eine Elektrode beliebiger Form sowie eine Elektrode, deren Konzentration und dergleichen in Abhängigkeit von den Bereichen innerhalb einer vorgeschriebenen Form verschieden ist, herzustellen.

[0008] Es ist ein weiterer Gegenstand der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode bereitzustellen, die es ermöglichen, eine Elektrode herzustellen, deren Zusammensetzung in Richtung der Dicke der Elektrode verschieden ist.

[0009] Eine erste Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode. Dieses Verfahren umfasst die Schritte: Aufbringen eines pulverförmigen Elektrodenmaterials in einem vorgeschriebenen Muster auf ein rotierendes Element, Übertragen des aufgetragenen Elektrodenmaterials von dem rotierenden Element auf eine Auflagemembran und Fixieren des übertragenen Elektrodenmaterials auf der Auflagemembran.

[0010] Eine zweite Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode. Dieses Verfahren umfasst die Schritte: Pressen eines pulverförmigen Elektrodenmaterials, das in einer Siebtrommel enthalten ist, deren Oberfläche wenigstens teilweise als Gitter ausgebildet ist, unter Verwendung einer Druckrakel, die innerhalb der Siebtrommel angeordnet ist, wodurch das Elektrodenmaterial durch den als Gitter ausgebildeten Bereich der Siebtrommel in einem vorgeschriebenen Muster direkt auf eine Auflagemembran aufgebracht wird, und Fixieren des aufgetragenen Elektrodenmaterials auf der Auflagemembran.

[0011] Eine dritte Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode. Die Vorrichtung umfasst einen ersten Übertragungsabschnitt, der ein rotierendes Element, und eine Aufbringvorrichtung zum Aufbringen eines pulverförmigen Elektrodenmaterials in einem vorgeschriebenen Muster auf eine Oberfläche des rotierenden Elements umfasst. Das rotierende Element überträgt das aufgetragene Elektrodenmaterial auf eine Auflagemembran. Diese Vorrichtung umfasst ferner einen Fixierabschnitt, der eine Fixiervorrichtung zum Fixieren des übertragenen Elektrodenmaterials auf der Auflagemembran enthält.

[0012] Eine vierte Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode. Die Vorrichtung umfasst eine Elektrodenmaterial-Zufuhr/Aufbring-Vorrichtung zum Zuführen eines pulverförmigen Elektrodenmaterials und direkten Aufbringen des Elektrodenmaterials in einem vorgeschriebenen Muster auf einer Auflagemembran, und eine Fixiervorrichtung zum Fixieren des aufgetragenen Elektrodenmaterials auf die Auflagemembran.

[0013] Bei dem Verfahren und der Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß der obigen Ausführungsform wird ein Elektrodenmaterial in einem vorgeschriebenen Muster auf ein rotierendes Element oder eine Membran aufgebracht (in dem obigen Verfahren kann das Elektrodenmaterial zuerst von dem rotierenden Element auf eine dazwischenliegende Hilfsmembran und dann von der dazwischenliegenden Hilfsmembran auf eine Membran übertragen werden).

[0014] Somit ermöglicht eine Veränderung des vorgeschriebenen Musters die Herstellung einer Elektrode beliebiger Form sowie einer Elektrode, deren Konzentration oder dergleichen in Abhängigkeit von den Bereichen innerhalb der vorgeschriebenen Form verschieden ist. Darüber hinaus wird bei dem obigen Verfahren und der obigen Vorrichtung

ein pulverförmiges Elektrodenmaterial auf eine Trommel oder eine Membran aufgebracht. Mit anderen Worten, das obige Herstellungsverfahren und die obige Herstellungsvorrichtung basieren auf einem trockenen Aufbringverfahren. Daher werden, anders als bei einem nassen Aufbringverfahren, durch die der Reaktion zwischen einem Lösungsmittel und der Elektrolytmembran sowie durch ein von dem Lösungsmittel verursachtes Anschwellen oder Schrumpfen der Elektrolytmembran, keine Risse oder dergleichen in der Elektrode erzeugt.

[0015] Eine fünfte Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode. Dieses Verfahren umfasst die Schritte: Elektrostatisches Festhalten von Elektrodenmaterial in einem vorgeschriebenen Muster auf einem lichtempfindlichen Element, Übertragen des Elektrodenmaterials des vorgeschriebenen Musters von dem lichtempfindlichen Element auf eine Auflagemembran, und Fixieren des übertragenen Elektrodenmaterials des vorgeschriebenen Musters auf der Auflagemembran.

[0016] Eine sechste Ausführungsform der Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellelektrode. Diese Vorrichtung umfasst ein lichtempfindliches Element, ein Ladeelement zum Aufladen einer Oberfläche des lichtempfindlichen Elements, einen Projektor zum Projizieren von Licht auf einen anderen Bereich der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements als den Bereich, der nicht einem vorgeschriebenen Muster entspricht, um davon eine statische Elektrizität abzuführen, eine Materialzufuhrvorrichtung zum Zuführen von Elektrodenmaterial auf die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements, ein Element, um eine Auflagemembran zwischen dem Element und dem lichtempfindlichen Element zu ermöglichen, und um die Auflagemembran gegen das lichtempfindliche Element zu pressen, sowie eine Fixiervorrichtung zum Fixieren des Elektrodenmaterials auf der Auflagemembran.

[0017] Bei dem Verfahren und der Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß der fünften und sechsten Ausführungsform wird ein Elektrodenmaterial in einem vorgeschriebenen Muster auf die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements aufgebracht und auf die Auflagemembran übertragen (in dem obigen Verfahren kann das Elektrodenmaterial zuerst von dem rotierenden Element auf eine dazwischenliegende Hilfsmembran und dann von der dazwischenliegenden Hilfsmembran auf die Auflagemembran übertragen werden). Eine Veränderung des vorgeschriebenen Musters ermöglicht somit die Herstellung einer Elektrode beliebiger Form sowie einer Elektrode, deren Konzentration oder dergleichen in Abhängigkeit von den Bereichen innerhalb der vorgeschriebenen Form verschieden ist. Darüber hinaus wird bei dem obigen Verfahren und der obigen Vorrichtung ein pulverförmiges Elektrodenmaterial auf die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements aufgebracht oder auf die Auflagemembran übertragen. Mit anderen Worten, das obige Herstellungsverfahren und die obige Herstellungsvorrichtung basieren auf einem trockenen Aufbringverfahren. Daher werden, anders als bei einem nassen Aufbringverfahren, durch die Reaktion zwischen einem Lösungsmittel und der Elektrolytmembran, und durch ein mit dem Lösungsmittel verursachtes Anschwellen und Schrumpfen der Elektrolytmembran keine Risse oder dergleichen in der Elektrode erzeugt.

[0018] Wenn das Elektrodenmaterial mehrmals auf die Membran aufgebracht wird, kann die Elektrodenstruktur in Richtung der Dicke verändert werden, d. h., die Membranstruktur kann dreidimensional verändert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0019] Die vorangegangenen und weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden ersichtlich aus der Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen, in denen gleiche Bezugszeichen verwendet werden, um gleiche Elemente zu bezeichnen und in denen:

[0020] Fig. 1 eine Vorderansicht ist, die die Gesamtstruktur einer Brennstoffzelle zeigt, die Elektroden aufweist, die mit einem Verfahren gemäß einer Ausführungsform der Erfindung hergestellt sind;

[0021] Fig. 2 eine vergrößerte Querschnittsansicht einer Einheitszelle von Fig. 1 ist;

[0022] Fig. 3 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0023] Fig. 4 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0024] Fig. 5 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0025] Fig. 6 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0026] Fig. 7 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer fünften Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0027] Fig. 8 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer sechsten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0028] Fig. 9 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer siebten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0029] Fig. 10 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer achten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0030] Fig. 11A bis 11F verschiedene dreidimensionale Strukturen einer Elektrode zeigen, die durch mehrfaches Aufbringen eines Elektrodenmaterials hergestellt sind;

[0031] Fig. 12 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer neunten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0032] Fig. 13 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer zehnten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0033] Fig. 14 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode

gemäß einer elften Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0034] Fig. 15 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer zwölften Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0035] Fig. 16 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer dreizehnten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0036] Fig. 17 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer vierzehnten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0037] Fig. 18 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer fünfzehnten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0038] Fig. 19 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer sechzehnten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0039] Fig. 20 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer siebzehnten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0040] Fig. 21 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer achtzehnten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0041] Fig. 22 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode ist, die ein Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß einer neunzehnten Ausführungsform der Erfindung verwendet;

[0042] Fig. 23 eine vergrößerte Ansicht ist, die ein Beispiel eines Elektrodenmaterials zeigt, das auf jede Ausführungsform anwendbar ist; und

[0043] Fig. 24 eine vergrößerte Ansicht ist, die ein weiteres Beispiel eines Elektrodenmaterials zeigt, das auf jede Ausführungsform der Erfindung anwendbar ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0044] Nachstehend wird mit Bezug auf die Fig. 1 bis 24 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß der Erfindung beschrieben.

[0045] Die den Ausführungsformen der Erfindung gemeinsamen Komponenten werden mit den gleichen Bezugszahlen und Zeichen bezeichnet.

[0046] Nachstehend werden die den Ausführungsformen der Erfindung gemeinsamen Komponenten bezüglich ihren Strukturen und Wirkungen mit Bezug auf die Fig. 1, 2 (Brennstoffzelle), Fig. 3 (Typ eines elektrostatischen Kopierers), Fig. 18 (Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel), Fig. 21 (Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel; ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird direkt auf eine Membran aufgebracht), Fig. 22 und Fig. 23 (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial) beschrieben.

[0047] Zuerst wird die Struktur einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle 10 mit Bezug auf Fig. 1 beschrieben. Die Brennstoffzelle 10 weist Elektroden auf, die mit dem Verfahren und der Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß der Erfindung hergestellt sind. Die Brennstoffzelle 10 z. B. ist in ein Brennstoffzellenauto eingebaut. Die Brennstoffzelle 10 kann jedoch in anderen Fahrzeugen als in Kraftfahrzeugen verwendet werden.

[0048] Mit Bezug auf die Fig. 1 und 2 ist die Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle 10 als Stack 23 ausgebildet, der einen Stapel von Zellen 19 (Zellstapel), Anschlussklemmen 20 (Elektrodenplatten), Isolatoren 21, Endplatten 22, ein Befestigungselement (Spannungsplatte 24) sowie Schrauben 25 umfasst. Insbesondere ist der Zellstapel ein Stapel aus mehreren Zellen 19, die durch Stapeln einer Mehrzahl von Membran-Elektroden-Einheiten (MEAs) und Separatoren 18 gebildet ist. Eine Anschlussklemme 20 (Elektrodenplatte), ein Isolator 21 und eine Endplatte 22 sind in Stapelrichtung an beiden Enden des Zellstapels angeordnet. Ein Befestigungselement (Spannungsplatte 24) spannt den Zellstapel in Stapelrichtung und ist außerhalb des resultierenden Zellstapels angeordnet, so dass es sich in Stapelrichtung erstreckt. Der Zellstapel wird dann mit den Befestigungselement (Spannungsplatte 24) und den Schrauben 25 zusammengepresst. Eine Anode 14 weist eine Katalysatorschicht 12 auf, und eine Kathode 17 weist eine Katalysatorschicht 15 auf. Jede MEA umfasst eine Elektrolytmembran 11, eine Anode 14, die auf einer Oberfläche der Elektrolytmembran 11 angeordnet ist, sowie eine Kathode 17, die auf der anderen Oberfläche der Elektrolytmembran angeordnet ist. Die Elektrolytmembran 11 ist aus einer Ionen-Austausch-Membran gebildet. Jeder Separator 18 weist eine Brennstoffgasdurchführung 27 und eine Oxidationsgasdurchführung 28 zum Zuführen eines Brennstoffgases (Wasserstoff) bzw. eines Oxidationsgases (Sauerstoff, gewöhnlich Luft) zur Anode 14 bzw. Kathode 17 auf. Diffusionsschichten 13 oder 16 sind jeweils zwischen den Katalysatorschichten 12, 15 und dem Separator 18 angeordnet. Der Separator 18 weist zudem eine Kühlmitteldurchführung 26 auf, so dass ein Kühlmittel (üblicherweise Wasser) zum Kühlen der Zelle hindurchfließen kann.

[0049] Die Katalysatorschichten 12, 15 werden dadurch gebildet, dass ein pulverförmiges Elektrodenmaterial auf beide Oberflächen der Elektrolytmembran 11 aufgebracht wird, oder dass das pulverförmige Elektrodenmaterial auf eine Oberfläche jeder Diffusionsschicht 13 oder 16 aufgebracht wird. Das Elektrodenmaterial enthält Kohlepulver, das ein katalytisches Edelmetall (z. B. Pt) trägt oder mitführt, und einen Elektrolyten. Das Elektrodenmaterial ist ein elektrisch leitendes, jedoch nicht-magnetisches Material. Das Elektrodenmaterial unterscheidet sich von dem Toner einer Kopiermaschine dadurch, dass es nicht magnetisch ist.

[0050] Eine Vorrichtung 1 zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode umfasst Elektrodenmaterial-Zuführvorrichtungen 33, 34 oder Elektrodenmaterial-Zuführvorrichtungen 41, 42, eine Trommel 30 und eine Fixiervorrichtung 35. Die Elektrodenmaterial-Zuführvorrichtungen 33, 34 und die Elektrodenmaterial-Zuführvorrichtungen 41, 42 führen ein pulverförmiges Anodenelektrodenmaterial 12P oder ein pulverförmiges Kathodenelektrodenmaterial 15P zu, wie es in Fig. 3 oder 18 gezeigt ist. Das zugeführte Elektrodenmaterial 12P oder 15P wird in einem vorgeschriebenen Muster auf die Oberfläche der Trommel 30 aufgebracht, und die Trommel 30 überträgt das aufgebrachte Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf eine Auflagemembran (die Elektrolytmembran 11 oder eine Membran, die durch die Diffusionsschicht 13 oder 16 gebildet ist). Die Fixiervorrichtung 35 fixiert das übertragene Elektrodenmaterial 12P oder 15P

auf der Auflagemembran.

[0051] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P kann entweder elektrostatisch oder nicht elektrostatisch auf die Trommel 30 aufgebracht werden.

[0052] Ein Beispiel der Herstellungsvorrichtung 1 zum elektrostatischen Aufbringen ist eine Aufbringvorrichtung des Typs eines elektrostatischen Kopierers, wie sie in den Fig. 3 bis 17 gezeigt ist. Ein Beispiel der Herstellungsvorrichtung 1 zum nicht-elektrostatischen Aufbringen ist eine Aufbringvorrichtung vom Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel, wie sie in den Fig. 18 bis 20 gezeigt ist.

[0053] Wie in Fig. 21 gezeigt ist, kann die Herstellungsvorrichtung 1 Elektrodenmaterial-Zuführ-/Aufbring-Vorrichtungen 41, 42 aufweisen, um ein pulverförmiges Elektrodenmaterial 12P oder 15P der äußeren Oberfläche einer Trommel 41 zuzuführen, und um das Elektrodenmaterial 12P oder 15P in einem vorgeschriebenen Muster direkt auf eine Auflagemembran (die Elektrolytmembran 11 oder die Membran, die durch die Diffusionsschicht 13 oder 16 gebildet ist) aufzubringen, sowie eine Fixiervorrichtung 35 zum Fixieren des aufgetragenen Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf der Auflagemembran.

[0054] Darin bedeutet direktes Aufbringen nicht ein Aufbringen durch die Trommel 30, wie es in den Fig. 3, 18 gezeigt ist, sondern ein Aufbringen von der Trommel 41 direkt auf die Auflagemembran, wie es in Fig. 21 gezeigt ist.

[0055] Die Herstellungsvorrichtung 1 wird im folgenden mit Bezug auf die Fig. 3, 18 und 21 ausführlicher beschrieben.

[0056] Zunächst wird mit Bezug auf Fig. 3 eine Aufbringvorrichtung des Typs eines elektrostatischen Kopierers beschrieben. Wie in Fig. 3 gezeigt, umfasst die Herstellungsvorrichtung 1 eine erste lichtempfindliche Trommel 30, eine Ladewalze 31, einen Projektor 32, eine Materialzuführwalze 34, eine zweite lichtempfindliche Trommel 30A (die alternativ eine normale Trommel oder eine Walze, wie die in Fig. 4 gezeigte Walze 30B oder dergleichen sein kann) und eine Fixierwalze 35. Wenn das Elektrodenmaterial auf beide Oberflächen der Elektrolytmembran 11 übertragen wird, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, so kann die zweite lichtempfindliche Trommel 30A als eine erste Trommel oder eine erste Walze der Erfindung bezüglich der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 betrachtet werden, und die erste lichtempfindliche Trommel 30 kann als eine erste Trommel oder eine erste Walze der Erfindung bezüglich der zweiten lichtempfindlichen Trommel 30A betrachtet werden.

[0057] Die Ladewalze 31 lädt die Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 elektrostatisch auf. Der Projektor 32 projiziert Licht (z. B. Laserlicht) auf einen anderen Bereich der Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 als einen Bereich mit einem vorgeschriebenen Muster (d. h. auf einen Bereich, auf dem eine Elektrodenschicht ausgebildet werden soll), um von einem anderen Bereich der Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 als dem Bereich mit dem vorgeschriebenen Muster eine statische Elektrizität abzuführen (d. h. statische Elektrizität wird von dem Bereich, der Laserlicht ausgesetzt wird, abgeführt). Die Materialzuführwalze 34 führt der Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 aus einem Behälter 33 Elektrodenmaterial 12P oder 15P zu, der das Elektrodenmaterial 12P oder 15P enthält. Die Elektrolytmembran 11 oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 wird zwischen der ersten und der zweiten lichtempfindlichen Trommel 30, 30A zugeführt. Die zweite lichtempfindliche Trommel 30A presst diese Membran gegen die erste lichtempfindliche Trommel 30 (es kann entweder die Elektrolytmembran 11 oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 verwendet werden, aber die folgende Beschreibung bezieht sich auf

die Elektrolytmembran 11). Die Fixierwalze 35 ist in Zuführrichtung der Elektrolytmembran 11 hinter der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 angeordnet.

[0058] Wie in Fig. 18 gezeigt ist, weist eine Aufbringvorrichtung des Typs mit einem Sieb und einer Druckrakel eine lichtempfindliche Trommel 30, eine Siebtrommel 41, deren Oberfläche wenigstens teilweise als Gitter ausgebildet ist (entweder die gesamte Oberfläche oder ein Teil der Oberfläche kann als Gitter ausgebildet sein), sowie eine Druckrakel 42 auf, die stationär innerhalb der Siebtrommel 41 angeordnet ist, um ein Elektrodenmaterial 12P oder 15P, das in der Siebtrommel 41 enthalten ist, zu pressen. Löcher des Gitters der Siebtrommel 41 sind entsprechend der Teilchengröße des Elektrodenmaterials 12P oder 15P bemessen. Dadurch können die Teilchen durch den als Gitter ausgebildeten Bereich der Siebtrommel 41 hindurch, wenn sie von der Druckrakel 42 gepresst werden.

[0059] Sowohl beim Typ eines elektrostatischen Kopierers als auch beim Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel besteht jedes der Elektrodenmaterialien 12P oder 15P aus einem pulverförmigen Material, das im wesentlichen eine Mischung aus Kohlepulver 45 enthält, das eine katalytische Substanz (z. B. Pt) trägt oder mitführt, und einem Elektrolytpulver 46 (Fig. 23), oder aus einem pulverförmigen Material, das im wesentlichen Kohlepulver 45 enthält, das eine katalytische Substanz trägt oder mitführt und dessen Oberfläche mit einem Elektrolyten 46 (der als ein Bindemittel dient) überzogen ist (Fig. 24). Im Falle der Aufbringvorrichtung des Typs mit einem Sieb und einer Druckrakel kann jedes der Elektrodenmaterialien 12P oder 15P ein Sol-ähnliches (Gelee-ähnliches) Material sein.

[0060] Sowohl beim Typ eines elektrostatischen Kopierers als auch beim Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel ist die Vorrichtung zum Fixieren des übertragenen Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf der Elektrolytmembran 11 oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 aus einem Paar von Heiztrommeln 35 gebildet, die gegeneinander gepresst werden. Die Elektrolytmembran 11 oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 wird zwischen dem Paar von Heiztrommeln 35 zugeführt, um das Elektrodenmaterial 12P und/oder 15P auf der Elektrolytmembran 11 oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 zu fixieren.

[0061] Sowohl beim Typ eines elektrostatischen Kopierers als auch beim Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel sind die Fixiervorrichtung 35 und Vorrichtungen, die in Zuführrichtung der Membran vor der Fixiervorrichtung 35 angeordnet sind, in einer Schutzgasatmosphäre 36 angeordnet.

[0062] In Fig. 3 sind ein Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt, der die erste lichtempfindliche Trommel 30, die Ladewalze 31, die Materialzuführwalze 34 und die zweite lichtempfindliche Trommel 30A oder die Walze 30B umfasst, und ein Fixierabschnitt, der die Fixierwalze 35 umfasst, in der Schutzgasatmosphäre 36 angeordnet. In Fig. 18 sind ein Aufbringabschnitt, der die Trommel 41 und die Druckrakel 42 umfasst, ein Abschnitt zum elektrostatischen Aufbringen, Abführen statischer Elektrizität und Aufbringen, der die lichtempfindliche Trommel 30 und die Ladewalze 31 umfasst, sowie ein Fixierabschnitt, der die Fixierwalze 35 umfasst, in der Schutzgasatmosphäre 36 angeordnet. Wie in Fig. 21 gezeigt, sind beim Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel ein Aufbringabschnitt, der die Siebtrommel 41 und die Druckrakel 42 umfasst, ein Übertragungsabschnitt, der durch die Trommel 30 gebildet ist, und ein Fixierabschnitt, der die Fixierrolle 35 umfasst, in der Schutzgasatmosphäre 36 angeordnet.

[0063] Das Schutzgas kann zum Beispiel Stickstoff sein. Da ein Aufbringprozess in einer erhitzten Atmosphäre

durchgeführt wird (z. B. kann die Fixierwalze 35 auf 50 bis 150°C erhitzt werden), sind diese Abschnitte in der Schutzgasatmosphäre 36 angeordnet, um zu verhindern, dass sich das Kohlepulver entzündet.

[0064] Sowohl beim Typ eines elektrostatischen Kopierers als auch beim Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel kann das Elektrodenmaterial 12P oder 15P mit einem Bindemittel überzogen oder mit Bindemittelteilchen vermischt sein. Wenn das Elektrodenmaterial 12P oder 15P weder mit einem Bindemittel überzogen noch mit Bindemittelteilchen vermischt ist, kann alternativ dazu die Herstellungsvorrichtung 1 alternativ dazu ferner eine Bindemittelzuführvorrichtung 37 und einen Trocknungsabschnitt 40 aufweisen, wie es in Fig. 3 gezeigt ist. In diesem Fall ist die Bindemittelzuführvorrichtung 37 in der Zuführrichtung der Elektrolytmembran 11 hinter der Fixierwalze 35 angeordnet, und der Trocknungsabschnitt 40 ist hinter das Bindemittelzuführvorrichtung 37 angeordnet. Die Bindemittelzuführvorrichtung 37 bildet einen Bindemittelaufbringungsabschnitt. Die innere Temperatur des Trocknungsabschnitts 40 wird in einem Bereich von Normaltemperatur bis 150°C eingestellt, um das Bindemittel zu trocknen. Die Herstellungsvorrichtung 1 muß keine Bindemittelzuführvorrichtung 37 und keinen Trocknungsabschnitt 40 umfassen, wenn das Elektrodenmaterial 12P oder 15P mit einem Bindemittel überzogen oder mit Bindemittelteilchen vermischt ist.

[0065] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P kann entweder elektrostatisch oder nicht elektrostatisch auf die Trommel 30 aufgebracht werden.

[0066] Nachfolgend wird ein Herstellungsverfahren gemäß der Erfindung beschrieben.

[0067] Beispiele eines Verfahrens zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode durch Aufbringen eines Elektrodenmaterials durch eine Trommel umfassen ein Aufbringungsverfahren des Typs eines elektrostatischen Kopierers, wie es in den Fig. 3 bis 17 gezeigt ist, sowie ein Aufbringungsverfahren des Typs mit einem Sieb und einer Druckrakel, wie es in den Fig. 18 bis 21 gezeigt ist.

[0068] Wie in Fig. 3 gezeigt, umfasst das Herstellungsverfahren des Typs eines elektrostatischen Kopierers die folgenden Schritte, um das Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf die Trommel 30 aufzubringen: Aufladen der Oberfläche der Trommel 30 in einem vorgeschriebenen Muster und Zuführen des Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf die Trommel 30, um zu bewirken, dass das Elektrodenmaterial 12P oder 15P elektrostatisch an den aufgeladenen Bereichen der Trommel 30 haftet.

[0069] Insbesondere umfasst das Herstellungsverfahren des Typs eines elektrostatischen Kopierers, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, die folgenden Schritte, um die Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 in einem vorgeschriebenen Muster aufzuladen: In-Kontakt-Bringen der Ladewalze 31 mit der ersten lichtempfindlichen Trommel 30, um die gesamte Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 aufzuladen, und Projizieren von Licht von dem Projektor 32 auf einen anderen Bereich der Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 als auf den Bereich des vorgeschriebenen Musters, um von einem anderen Bereich der Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 als den Bereich des vorgeschriebenen Musters, statische Elektrizität abzuführen, und nur den Bereich des vorgeschriebenen Musters in einem geladenen Zustand zu belassen. Das Herstellungsverfahren der Fig. 3 umfasst zusätzlich die Schritte: Elektrostatisches Festhalten des Elektrodenmaterials 12P oder 15P in dem vorgeschriebenen Muster auf der ersten lichtempfindlichen Rolle 30, Übertragen des Elektrodenmaterials in dem vorgeschriebenen Muster von der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 auf eine Auflage-

membran (die Elektrolytmembran 11 oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) zumindest einmal (das Elektrodenmaterial kann zuerst von der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 auf eine dazwischenliegende Hilfsmembran und dann von der dazwischenliegende Hilfsmembran auf die Auflagemembran übertragen werden), und Fixieren des übertragenen Elektrodenmaterials 12P oder 15P in dem vorgeschriebenen Muster auf die Elektrolytmembran 11.

[0070] Im Fall einer Kopiermaschine wird das Pulver magnetisch an der Trommel gehalten. Bei den Ausführungsformen der Erfindung wird jedoch das Elektrodenmaterial 12P oder 15P elektrostatisch auf der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 gehalten.

[0071] Im Falle des Typs mit einem Sieb und einer Druckraket werden, wie es in Fig. 18 gezeigt ist, eine Trommel 30, eine Siebtrommel 41, dessen Oberfläche wenigstens teilweise als Gitter ausgebildet ist, sowie eine Druckraket 42, die statisch in der Siebtrommel 41 angeordnet ist, bereitgestellt, und das Herstellungsverfahren der Brennstoffzellen-Elektrode umfasst die folgenden Schritte, um das Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf die Trommel 30 aufzubringen: Pressen des Elektrodenmaterials 12P oder 15P, das in der Siebtrommel 41 enthalten ist, mit Hilfe der Druckraket 42, um das Elektrodenmaterial 12P oder 15P durch den als Gitter ausgebildeten Bereich der Siebtrommel 41 auf die Trommel 30 aufzubringen. Löcher des Gitters der Siebtrommel 41 sind entsprechend der Teilchengröße des Elektrodenmaterials 12P oder 15P bemessen. Dadurch können die Teilchen durch den als Gitter ausgebildeten Bereich der Siebtrommel 41 hindurch, wenn sie mit der Druckraket 42 gepresst werden. Das Elektrodenmaterial kann entweder elektrostatisch oder nicht elektrostatisch auf die Trommel 30 aufgebracht werden.

[0072] Wie bezüglich der Vorrichtung beschrieben ist, ist die Auflagemembran sowohl bei dem Verfahren des elektrostatischen Typs als auch bei dem Verfahren des Typs mit einem Sieb und einer Druckraket die Elektrolytmembran 11 der Brennstoffzelle oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16.

[0073] Darüber hinaus ist, sowohl beim Typ eines elektrostatischen Kopierers als auch beim Typ mit einem Sieb und einer Druckraket, jedes der Elektrodenmaterialien 12P und 15P ein pulverförmiges Material, das im wesentlichen eine Mischung aus Kohlepulver 35, das eine katalytische Substanz (z. B. Pt) trägt oder mitführt, und einem Elektrolytpulver 46 (Fig. 23), oder ein pulverförmiges Material, das im wesentlichen Kohlepulver 45 enthält, das eine katalytische Substanz trägt oder mitführt und dessen Oberfläche mit einem Elektrolyt 46 (Fig. 24) überzogen ist, enthält.

[0074] Bei dem Typ eines elektrostatischen Kopierers weisen die Teilchen des Elektrodenmaterials 12P oder 15P eine klassifizierte, gleichmäßige Teilchengröße auf. Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P wird innerhalb des Behälters 33 in Schwingungen versetzt oder verflüssigt, um ein Verklumpen des Pulvers zu verhindern. Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P kann mit Hilfe von Ultraschallwellen oder einem Hochfrequenzstrom in Schwingungen versetzt oder mit einem vom Boden des Behälters 33 zugeführten Gas verflüssigt werden.

[0075] Bei dem Typ mit einem Sieb und einer Druckraket kann das Elektrodenmaterial 12P oder 15P ein Sol-ähnliches (Gelee-ähnliches) Material sein.

[0076] Sowohl beim Typ eines elektrostatischen Kopierers als auch beim Typ mit einem Sieb und einer Druckraket wird die Elektrolytmembran 11 oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 zwischen dem Paar von Heiztrommeln 35 zugeführt, die gegeneinander pressen, wodurch das übertragene Elektrodenmaterial 12P und/oder 15P

an der Membran 11 oder an der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 fixiert wird. Der Druck beträgt vorzugsweise 4 MPa oder mehr, was ein etwa zehnmal höherer Druck ist als der einer Kopiermaschine, und die Temperatur liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen 50 und 150°C. Eine Temperatur, die höher als 150°C ist, beschädigt die Elektrolytmembran 11, und eine Temperatur, die niedriger als 50°C ist, hat keine ausreichende Hitzewirkung. Ein bevorzugter Temperaturbereich liegt zwischen 80°C und 120°C.

[0077] Bei dem Typ eines elektrostatischen Kopierers werden die Schritte des elektrostatischen Aufbringens des Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf die Trommel 30, des Übertragens des aufgetragenen Elektrodenmaterials 12P und/oder 15P auf die Elektrolytmembran 11 oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16, und des Fixierens des übertragenen Elektrodenmaterials 12P oder 15P in einer Schutzgasatmosphäre 36 ausgeführt. Bei Typ mit einem Sieb und einer Druckraket werden die Schritte des Aufbringens des Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf die Trommel 30 oder die Elektrolytmembran 11 oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 mit Hilfe der Siebtrommel 41 und der Druckraket 42, und des Fixierens des Elektrodenmaterials 12P oder 15P in einer Schutzgasatmosphäre 36 ausgeführt.

[0078] Sowohl beim Typ eines elektrostatischen Kopierers als auch beim Typ mit einem Sieb und einer Druckraket können die Schritte des Aufbringens eines flüssigen Bindemittels 38 auf das fixierte Elektrodenmaterial und des Trocknens des aufgetragenen flüssigen Bindemittels nach dem Schritt des Fixierens des übertragenen Elektrodenmaterials 12P oder 15P in dem vorgeschriebenen Muster auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) mit der Fixierwalze 35 durchgeführt werden. Das flüssige Bindemittel 38 kann auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) mit einer Walze 39 oder durch ein Sprühverfahren aufgebracht werden. Diese Schritte werden ausgeführt, um die Fixierung des Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) zu stabilisieren.

[0079] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P kann vor dem Schritt des Festhaltens des Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 in einem vorgeschriebenen Muster mit einem Bindemittel überzogen oder mit Bindemittelteilchen vermischt sein. In diesem Fall wird das Elektrodenmaterial 12P oder 15P bei dem Fixierschritt ausreichend an der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) fixiert. Daher sind die obigen Schritte des Aufbringens des flüssigen Bindemittels 38 und des Trocknens des aufgetragenen flüssigen Bindemittels nicht erforderlich.

[0080] Sowohl beim Typ eines elektrostatischen Kopierers als auch beim Typ mit einem Sieb und einer Druckraket kann das Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf die Membran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) mehrfach aufgebracht werden, um die Struktur der Elektrode in Richtung der Dicke zu verändern.

[0081] Nachfolgend werden die Wirkungen der Struktur, die den später zu beschreibenden Ausführungsformen der Erfindung gemeinsam sind, beschrieben.

[0082] Bei dem Verfahren oder der Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode gemäß der Erfindung wird das Elektrodenmaterial in einem vorgeschriebenen Muster auf die Trommel 30 oder die Membran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht. Somit erlaubt eine Veränderung des vorgeschriebenen Musters die Herstellung einer Elektrode beliebiger Form oder

einer Elektrode, dessen Konzentration und dergleichen in Abhängigkeit von den Bereichen innerhalb der vorgeschriebenen Form verschieden sind.

[0083] Insbesondere beim Typ eines elektrostatischen Kopierers wird, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, die gesamte Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 aufgeladen. Die aufgeladene Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30, mit Ausnahme des Bereichs, in dem das Elektrodenmaterial aufzubringen ist, wird dann einem Laserlicht ausgesetzt. Dadurch wird statische Elektrizität von der ausgesetzten Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30 abgeführt. Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P haftet dann nur auf den elektrostatisch aufgeladenen Bereichen der Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel 30, und wird anschließend von der Elektrolytmembran 11 auf die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 übertragen. Somit ermöglicht eine Steuerung des Bestrahlungsmusters und eine Veränderung der Laserlichtintensität in Abhängigkeit von den Bereichen des Bestrahlungsmusters die Herstellung einer Elektrode, deren Katalysatorschichten 12, 15 eine beliebige Form aufweisen, oder einer Elektrode, bei der die Konzentration und dergleichen der Katalysatorschichten 12, 15 in Abhängigkeit von den Bereichen einer vorbestimmten Form verschieden sind.

[0084] Mit anderen Worten, durch eine Bestrahlung in einem Muster kann die Kathode 14 (oder die Katalysatorschicht 12) und die Anode 17 (oder die Katalysatorschicht 15) in einer beliebigen Form hergestellt werden, und zudem kann die Elektrodenkonzentration (im Falle der Kopiermaschine die Grauskala) innerhalb der Form verändert werden. Zum Beispiel kann der Abschnitt, der den Rillen (Gasdurchführung) des Separators entspricht, mit einer hohen Konzentration von Elektrodenmaterial (oder Katalysator) gebildet werden, und der von den Rippen (dem anderen Abschnitt als die Gasdurchführung) gepresste Abschnitt des Separators durch die Diffusionsschicht kann mit einer niedrigen Konzentration des Elektrodenmaterials (oder Katalysators) ausgebildet werden. Demzufolge kann die Aufbringmenge von teurem katalytischen Edelmetall reduziert werden. Die Dichte von Brennstoffgas und Oxidationsgas in den Gasen reduziert sich, während diese nach unten strömen. Gemäß der Erfindung kann die Konzentration des Elektrodenmaterials entsprechend der Reduzierung der Dichte verändert werden. Dies trägt zu einer gleichförmigen Leistungserzeugung entlang der Strömungsdurchführung bei. Wie bei der Kopiermaschine kann das Muster und die Konzentration innerhalb der Zellebene leicht verändert werden.

[0085] Im Falle des Typs mit einem Sieb und einer Druckraker können dieselben Effekte wie oben beschrieben erhalten werden, indem ein Muster des als Gitter ausgebildeten Bereichs der Siebtrommel 41 ausgewählt wird.

[0086] Darüber hinaus basiert die Erfindung auf einem trockenen Aufbringverfahren, das das pulverförmige Elektrodenmaterial 12P oder 15P verwendet. Daher werden, anders als bei einem nassen Aufbringverfahren, durch die Angriffe eines Lösungsmittels auf die Elektrolytmembran und durch ein durch das Lösungsmittel verursachtes Anschwellen und Schrumpfen der Elektrolytmembran, Risse oder dergleichen in der Elektrode nicht erzeugt.

[0087] Gemäß der Erfindung wird das Elektrodenmaterial 12P oder 15P, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, innerhalb des Behälters 33 in Schwingungen versetzt oder verflüssigt (d. h. es wird dafür gesorgt, dass sich das Pulver bewegt, indem vom Boden des Behälters 33 Luft zugeführt wird). Auf diese Weise wird kein Klumpen aus Elektrodenmaterial 12P oder 15P erzeugt, so dass Toner von hoher Qualität zugeführt werden kann. Dadurch lässt sich ein klares Aufbringmuster hoher Qualität auf der Elektrolytmembran (oder der Mem-

bran der Diffusionsschicht 13 oder 16) erreichen.

[0088] Gemäß der Erfindung wird der Schritt des Fixierens des Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) mit Hilfe der Fixierwalzen 35 bei, einem vorgeschriebenen Druck und mit einer vorgeschriebenen Temperatur ausgeführt. Da der Druck (mindestens einige Male) höher ist als bei der Kopiermaschine, ist eine zuverlässige Fixierung gewährleistet. Darüber hinaus wird die Elektrolytmembran 11 nicht beschädigt, da die Temperatur 150°C oder weniger beträgt (etwa 50°C bis 150°C).

[0089] Darüber hinaus werden die Schritte des Festhaltens des Elektrodenmaterials 12P oder 15P an der (ersten) lichtempfindlichen Trommel 30, des Übertragens des Elektrodenmaterials 12P oder 15P von der (ersten) lichtempfindlichen Trommel 30 auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) und des Fixierens des übertragenen Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) in einer Schutzgasatmosphäre 36 ausgeführt. Dies verhindert, dass eine Verbrennung eintritt, obwohl das Elektrodenmaterial, das Kohlepulver enthält, in der erwärmten Atmosphäre vorhanden ist.

[0090] Wenn das Elektrodenmaterial 12P oder 15P im Behälter 33 entweder nur mit der Mindestmenge an Bindemittel zur vorläufigen Fixierung an der Membran überzogen ist, oder nur mit der Mindestmenge an Bindemittelteilchen zur vorläufigen Fixierung an der Membran vermischt ist, werden die Schritte des Aufbringens des flüssigen Bindemittels 38 auf das fixierte Elektrodenmaterial 12P oder 15P und des Trocknens des aufgetragenen flüssigen Bindemittels 38 nach dem Schritt des Fixierens des Elektrodenmaterials 12P oder 15P auf der Membran ausgeführt. Dies verhindert, dass die Elektrode selbst dann verformt und abgetrennt wird, wenn die Elektrode abgerieben ist.

[0091] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P im Behälter 33 kann zuvor mit einem Bindemittel überzogen oder mit Bindemittelteilchen vermischt werden. In diesem Fall müssen die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nicht nach dem Fixierschritt ausgeführt werden. Dies vereinfacht den Herstellungsprozess.

[0092] Sowohl dem elektrostatischen Kopiertyp als auch beim Typ mit einem Sieb und einer Druckraker kann durch ein mehrfaches Aufbringen des Elektrodenmaterials 12P und/oder 15P auf die Elektrolytmembran 11 oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16 die Elektrodenstruktur in Richtung der Dicke und ebenso dreidimensional verändert werden.

[0093] Nachfolgend wird die Struktur beschrieben, die für jede Ausführungsform der Erfindung typisch ist.

[0094] Erste Ausführung (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0095] Gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung wird, wie in Fig. 3 gezeigt, das pulverförmige Elektrodenmaterial 12P und 15P auf beide Oberflächen der Elektrolytmembran 11 aufgebracht, um die Katalysatorschichten 12 bzw. 15 zu bilden.

[0096] Die Elektrolytmembran 11 wird abwärts zugeführt.

[0097] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P im Behälter 33 ist weder mit einem Bindemittel überzogen noch mit Bindemittelteilchen vermischt. Daher werden die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem Fixierschritt ausgeführt.

[0098] Bei der ersten Ausführungsform der Erfindung wird das Bindemittel 38 auf die gesamte Oberfläche (nicht

auf einen Teil der Oberfläche) durch ein nasses Aufbringverfahren aufgebracht. Darüber hinaus enthält das Bindemittel **38** keinen Katalysator. Somit tritt keine Kostenerhöhung ein.

[0099] Wenn an Stelle der Elektrolytmembran **11** die Membran der Diffusionsschicht **13** verwendet wird, wird das Elektrodenmaterial **15P** nicht der Membran oder der Diffusionsschicht **13** zugeführt. Wenn an Stelle der Elektrolytmembran **11** die Diffusionsschicht **16** verwendet wird, wird das Elektrodenmaterial **12P** nicht der Membran der Diffusionsschicht **16** zugeführt.

[0100] Zweite Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0101] Gemäß der zweiten Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 4 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) aufgebracht, um die Katalysatorschicht **12, 15** zu bilden.

[0102] Die Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) wird in horizontaler Richtung zugeführt.

[0103] Das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** im Behälter **33** ist weder mit einem Bindemittel überzogen noch mit Bindemittelteilchen vermischt. Folglich werden die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem Fixierschritt ausgeführt.

[0104] Bei der zweiten Ausführungsform der Erfindung wird das Bindemittel **38** durch ein nasses Aufbringverfahren, mit einer Walze **39** auf die gesamte Oberfläche aufgebracht. Darüber hinaus enthält das Bindemittel **38** keinen Katalysator. Somit tritt keine Kostenerhöhung ein.

[0105] Dritte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0106] Gemäß der dritten Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 5 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran **11** (oder der Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) aufgebracht, um die Katalysatorschicht **12, 15** zu bilden.

[0107] Die Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) wird in horizontaler Richtung zugeführt.

[0108] Das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** im Behälter **33** ist entweder mit einem Bindemittel überzogen oder mit Bindemittelteilchen vermischt. Daher wird der Schritt des Aufbringens eines Bindemittels nicht vor dem Fixierschritt ausgeführt. In dem illustrierten Beispiel wird der Schritt des Trocknens des Bindemittels ausgeführt. Jedoch kann auf diesen Trockenschritt verzichtet werden.

[0109] Da die dritte Ausführungsform der Erfindung den Schritt des Aufbringens des Bindemittels nicht umfasst, ist der Prozess vereinfacht.

[0110] Vierte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0111] Gemäß der vierten Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 6 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran **11** (oder der Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) aufgebracht, um die Katalysatorschicht **12, 15** zu bilden.

[0112] Die Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der

Diffusionsschicht **13** oder **16**) wird in horizontaler Richtung zugeführt.

[0113] Das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** im Behälter **33** ist entweder nur mit der Mindestmenge an Bindemittel zur vorläufigen Fixierung an der Membran überzogen, oder mit der Mindestmenge an Bindemittelteilchen zur vorläufigen Fixierung an der Membran vermischt. Folglich wird die Schritte des Aufbringens von Bindemittel und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem Fixierschritt ausgeführt.

[0114] Bei der vierten Ausführungsform der Erfindung wird das Bindemittel **38** durch ein Sprühverfahren aus einer Sprühdüse **39A** auf die gesamte Oberfläche aufgebracht. Darüber hinaus enthält das Bindemittel **38** keinen Katalysator. Somit tritt keine Kostenerhöhung ein.

[0115] Fünfte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0116] Gemäß der fünften Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 7 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran **11** (oder der Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) aufgebracht, um die Katalysatorschicht **12, 15** zu bilden.

[0117] Die Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) wird abwärts zugeführt.

[0118] Das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** im Behälter **33** ist entweder mit einem Bindemittel überzogen oder mit Bindemittelteilchen vermischt. Daher wird der Schritt des Aufbringens eines Bindemittels nicht nach dem Fixierschritt ausgeführt. In dem illustrierten Beispiel wird der Schritt des Trocknens des Bindemittels ausgeführt. Doch kann auf diesem Trockenschritt verzichtet werden.

[0119] Da die fünfte Ausführungsform der Erfindung nicht den Schritt des Aufbringens des Bindemittels umfasst, ist der Prozess vereinfacht.

[0120] Sechste Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0121] Gemäß der sechsten Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 8 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** auf einer Oberfläche der Elektrolytmembran **11** (oder der Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) aufgebracht, um die Katalysatorschicht **12, 15** zu bilden.

[0122] Die Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) wird abwärts zugeführt.

[0123] Das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** im Behälter **33** ist weder mit einem Bindemittel überzogen noch mit Bindemittelteilchen vermischt. Folglich werden die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem Fixierschritt ausgeführt.

[0124] Bei der sechsten Ausführungsform der Erfindung wird das Bindemittel **38** durch ein nasses Aufbringverfahren, mit einer Walze **39** auf die gesamte Oberfläche aufgebracht. Darüber hinaus enthält das Bindemittel **38** keinen Katalysator. Somit tritt keine Kostenerhöhung ein.

[0125] Siebte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0126] Gemäß der siebten Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 9 dargestellt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran **11** (oder der Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) aufgebracht, um die Katalysatorschicht

12, 15 zu bilden. Die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) wird abwärts zugeführt.

[0127] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P im Behälter 33 ist entweder mit nur der Mindestmenge an Bindemitteln zur vorläufigen Fixierung an der Membran überzogen, oder mit der Mindestmenge an Bindemittelteilchen zur vorläufigen Fixierung an der Membran vermischt. Somit werden die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem Fixierschritt ausgeführt.

[0128] Bei der siebten Ausführungsform der Erfindung wird das Bindemittel 38 in einem Sprühverfahren, mit einer Sprühdüse 39A auf die genannte Oberfläche aufgebracht. Darüber hinaus enthält das Bindemittel 38 keinen Katalysator. Somit tritt keine Kostensteigerung ein.

[0129] Achte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst mit einem kopierartigen Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0130] Gemäß der achten Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 10 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial 12P und 15P auf beide Oberflächen der Elektrolytmembran 11 aufgebracht, um die Katalysatorschichten 12 bzw. 15 zu bilden.

[0131] Die Elektrolytmembran 11 wird abwärts zugeführt.

[0132] Die Schritte des Übertragens des Elektrodenmaterials und des Fixierens des übertragenen Elektrodenmaterials werden in Zuführrichtung der Membran mehrfach ausgeführt. In dem illustrierten Beispiel werden diese Schritte zweimal ausgeführt. Insbesondere sind die folgenden Elemente in Zuführrichtung der Membran aufeinanderfolgend angeordnet, um die obigen Schritte zweimal auszuführen: Ein erster Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt zum Ausführen des ersten Übertragungsschrittes, ein erster Fixierabschnitt zum Fixieren des Elektrodenmaterials, das in dem ersten Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt auf die Elektrolytmembran 11 übertragen wurde, ein zweiter Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt zur Ausführung des zweiten Übertragungsschrittes, und ein zweiter Fixierabschnitt zum Fixieren des Elektrodenmaterials, das in dem zweiten Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt auf die Elektrolytmembran 11 übertragen worden ist.

[0133] Jeder Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt kann bezüglich Form und Konzentration ein unterschiedliches Aufbringemuster aufweisen. Dadurch kann die Struktur des Aufbringemusters (die Form, Konzentration, Dicke und Zusammensetzung in Richtung der Dicke) dreidimensional verändert werden.

[0134] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P ist in dem jeweiligen Behälter 33 weder mit einem Bindemittel überzogen noch mit Bindemittelteilchen vermischt. Daher sind die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem letzten Fixierschritt vorgesehen.

[0135] Der Bindemittel kann z. B. durch ein Walzenbeschichtungsverfahren aufgebracht werden.

[0136] Bei der achten Ausführungsform der Erfindung wird der Aufbringschritt mehrfach ausgeführt, und wenigstens entweder das Muster, die Konzentration, die Zusammensetzung (z. B. das Verhältnis von Kohlenstoff und Katalysator, das Verhältnis von Kohlenstoff, Katalysator und Bindemittel) oder die Dicke wird in jedem Aufbringschritt verändert. Dadurch kann die Struktur der Katalysatorschicht dreidimensional, einschließlich in Richtung der Dicke, verändert werden. Jedoch kann die Elektrodenstruktur nicht in Richtung der Dicke verändert werden. Mit anderen Worten, die Membranstruktur kann zweidimensional verändert wer-

den.

[0137] Fig. 11A bis 11F zeigen verschiedene Beispiele der Struktur der Katalysatorschicht 12, 15.

[0138] In Fig. 11A wird eine Mehrzahl von Katalysatorschichten in Richtung der Dicke ausgebildet, so dass die Zusammensetzung jeder Schicht stufenweise verändert wird. Dies ergibt eine Katalysatorschicht, deren Zusammensetzung in Richtung der Dicke verschieden ist.

[0139] In Fig. 11B wird eine Mehrzahl von Katalysatorschichten in Richtung der Dicke ausgebildet, so dass die Form jeder Schicht stufenweise verändert wird. Dies ergibt eine Katalysatorschicht, deren Gesamtdicke innerhalb der Ebene der Katalysatorschicht verschieden ist.

[0140] In Fig. 11C ist die Katalysatorschicht in einer Richtung innerhalb der Zellebene (in der Figur in horizontaler Richtung) in eine Mehrzahl von Segmenten unterteilt, und jedes Segment wird in einem entsprechenden Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt aufgebracht, so dass die Aufbringdichte und -dicke jedes Segments stufenweise verändert werden. Dies ergibt eine Katalysatorschicht, deren Struktur (Dicke, Zusammensetzung) in einer Richtung innerhalb der Ebene der Zelle graduierlich verschieden ist.

[0141] In Fig. 11D ist die Katalysatorschicht in einer Richtung innerhalb der Zellebene, die sich von der horizontalen Richtung in der Figur (in der Figur in senkrechter Richtung) unterscheidet, in eine Mehrzahl von Segmenten unterteilt, und jedes Segment wird in einem entsprechenden Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt aufgetragen, so dass die Aufbringdichte und -dicke jedes Segments stufenweise verändert werden. Dies ergibt eine Katalysatorschicht, deren Struktur in einer Richtung innerhalb der Ebene der Zelle (in der Figur in der vertikalen Richtung) graduierlich verschieden ist.

[0142] In Fig. 11E ist die Katalysatorschicht in einer Richtung innerhalb der Zellebene in eine Mehrzahl von Segmenten unterteilt, und jedes Segment wird in einem entsprechenden Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt aufgetragen, so dass sich die Aufbringdichte und -dicke jedes Segments von einem Ende der Katalysatorschicht zu deren Mitte graduierlich verändert (zunimmt), und von der Mitte zu dem anderen Ende graduierlich verändert (abnimmt). Dies ergibt eine Katalysatorschicht, deren Struktur sich zwischen ihrem Ende und ihrer Mitte einer Richtung innerhalb der Ebene der Zelle verändert.

[0143] In Fig. 11F ist die Katalysatorschicht in einer schrägen Richtung innerhalb der Zellebene in eine Mehrzahl von Segmenten unterteilt, und jedes Segment wird in einem entsprechenden Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitt aufgebracht, so dass die Aufbringdichte und -dicke jedes Segments stufenweise verändert wird. Dies ergibt eine Katalysatorschicht, deren Struktur in der schrägen Richtung innerhalb der Zellebene graduierlich verschieden ist.

[0144] Neunte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0145] Gemäß der neunten Ausführungsform wird, wie es in Fig. 12 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrolytmaterialpulver 12P und 15P auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgetragen, um die Katalysatorschicht 12, 15 zu bilden. Eine Mehrzahl von Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitten sind in der Zuführrichtung der Membran aufeinanderfolgend angeordnet, so dass die Katalysatorschicht 12, 15 aus einer Mehrzahl von Schichten gebildet wird.

[0146] Die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) wird in horizontaler Richtung zugeführt.

[0147] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P im Behälter 33 wird entweder mit nur der Mindestmenge an Bindemittel zur vorläufigen Fixierung an der Membran überzogen oder mit nur der Mindestmenge an Bindemittelteilchen zur vorläufigen Fixierung an der Membran vermischt. Daher werden die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem Fixierschritt ausgeführt.

[0148] Bei der neunten Ausführungsform der Erfindung wird das Bindemittel 38 durch ein nasses Aufbringungsverfahren, mit einer Walze 39 auf die gesamte Oberfläche aufgebracht. Darüber hinaus enthält das Bindemittel 38 keinen Katalysator. Somit ergibt sich keine Kostenerhöhung.

[0149] Zehnte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0150] Gemäß der zehnten Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 13 dargestellt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht, um die Katalysatorschicht 12, 15 zu bilden. Eine Mehrzahl von Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitten sind in der Zuführrichtung der Membran aufeinanderfolgend angeordnet, so dass die Katalysatorschicht 12, 15 aus einer Mehrzahl von Schichten gebildet wird.

[0151] Die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) werden in horizontaler Richtung zugeführt.

[0152] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P im Behälter 33 wird entweder mit einem Bindemittel überzogen oder mit Bindemittelteilchen vermischt. Daher ist der Schritt des Aufbringens eines Bindemittels nicht nach dem Fixierschritt vorgesehen. In dem illustrierten Beispiel ist der Schritt des Trocknens des Bindemittels vorgesehen. Auf diesen Trockenschritt kann jedoch verzichtet werden.

[0153] Da die zehnte Ausführungsform der Erfindung den Schritt des Auftragens des Bindemittels nicht umfasst, ist der Prozess vereinfacht.

[0154] Elfte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird durch ein kopierartiges Verfahren zuerst auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0155] Gemäß der elften Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 14 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgetragen, um die Katalysatorschicht 12, 15 zu bilden. Eine Mehrzahl von Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitten sind in der Zuführrichtung der Membran aufeinanderfolgend angeordnet, so dass die Katalysatorschicht 12, 15 aus einer Mehrzahl von Schichten gebildet wird.

[0156] Die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13, 16) wird in der horizontalen Richtung zugeführt.

[0157] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P im Behälter 33 wird entweder nur mit nur der Mindestmenge an Bindemitteln zur vorläufigen Fixierung an der Membran überzogen oder mit nur der Mindestmenge an Bindemittelteilchen zur vorläufigen Fixierung an der Membran vermischt. Daher werden die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem Fixierschritt ausgeführt.

[0158] Bei der elften Ausführungsform der Erfindung wird das Bindemittel 38 durch ein Sprühverfahren, mit einer Sprühdüse 39A auf die gesamte Oberfläche aufgebracht.

Darüber hinaus enthält das Bindemittel 38 keinen Katalysator. Somit tritt keine Kostenerhöhung ein.

[0159] Zwölfte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0160] Gemäß der zwölften Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 15 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht, um die Katalysatorschicht 12, 15 zu bilden. Eine Mehrzahl von Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitten sind in Zuführrichtung der Membran aufeinanderfolgend angeordnet, so dass die Katalysatorschicht 12, 15 aus einer Mehrzahl von Schichten gebildet wird.

[0161] Die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) werden abwärts zugeführt.

[0162] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P im Behälter 33 wird entweder mit einem Bindemittel überzogen oder mit Bindemittelteilchen vermischt. Daher wird der Schritt des Aufbringens eines Bindemittels nicht nach dem Fixierschritt ausgeführt. In dem illustrierten Beispiel wird der Schritt des Trocknens des Bindemittels ausgeführt. Auf diesen Trocknungsschritt kann jedoch verzichtet werden.

[0163] Da die zwölfte Ausführungsform der Erfindung den Schritt des Auftragens des Bindemittels nicht umfasst, ist der Prozess vereinfacht.

[0164] Dreizehnte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0165] Gemäß der dreizehnten Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 16 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht, um die Katalysatorschicht 12, 15 zu bilden. Eine Mehrzahl von Elektrodenmaterial-Übertragungsabschnitten sind in der Zuführrichtung der Membran aufeinanderfolgend angeordnet, so dass die Katalysatorschicht 12, 15 aus einer Mehrzahl von Schichten gebildet wird.

[0166] Die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) werden abwärts zugeführt.

[0167] Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P im Behälter 33 wird entweder mit nur der Mindestmenge an Bindemitteln zur vorläufigen Fixierung an der Membran überzogen oder mit nur der Mindestmenge an Bindemittelteilchen zur vorläufigen Fixierung an der Membran vermischt. Daher werden die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels und des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem Fixierschritt ausgeführt.

[0168] Bei der dreizehnten Ausführungsform der Erfindung wird das Bindemittel 38 durch ein nasses Aufbringungsverfahren, mit einer Walze 39 auf die gesamte Oberfläche aufgebracht. Darüber hinaus enthält das Bindemittel 38 keinen Katalysator. Somit tritt keine Kostenerhöhung ein.

[0169] Vierzehnte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein kopierartiges Verfahren auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0170] Gemäß der vierzehnten Ausführungsform der Erfindung wird, wie es in Fig. 17 gezeigt ist, das pulverförmige Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf eine Oberfläche der Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht, um die Katalysatorschicht 12, 15 zu bilden. Eine Mehrzahl von Elektrodenmaterial-Übertragungsschichten sind in der Zuführrichtung der

Membran aufeinanderfolgend angeordnet, so dass die Katalysatorschicht **12**, **15** aus einer Mehrzahl von Schichten gebildet wird.

[0171] Die Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) werden abwärts zugeführt.

[0172] Das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** im Behälter **33** wird entweder mit nur der Mindestmenge an Bindemitteln zur vorläufigen Fixierung an der Membran überzogen oder mit nur der Mindestmenge an Bindemitteln zur vorläufigen Fixierung an der Membran vermischt. Daher sind die Schritte des Aufbringens eines Bindemittels oder des Trocknens des aufgetragenen Bindemittels nach dem Fixierschritt vorgesehen.

[0173] Bei der vierzehnten Ausführungsform der Erfindung wird das Bindemittel **38** durch ein Sprühverfahren, aus einer Sprühdüse **39A** auf die gesamte Oberfläche aufgebracht. Darüber hinaus enthält das Bindemittel **38** keinen Katalysator. Daher tritt keine Kostensteigerung auf.

[0174] Fünfzehnte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst durch ein Verfahren des Typs mit einem Sieb und einer Druckrakel auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0175] Wie in Fig. 18 gezeigt, verwendet die fünfzehnte Ausführungsform der Erfindung eine Siebtrommel **41** und eine Druckrakel **42**. Die gesamte Oberfläche der Siebtrommel **41** ist als Gitter ausgebildet, und Löcher des Gitters sind entsprechend der Teilchengröße des pulverförmigen Elektrodenmaterials **12P** oder **15P** bemessen. Die Druckrakel **42** glättet und presst das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P**, um das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** auf die lichtempfindliche Trommel **30** aufzubringen. Das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** wird durch das Gitter der Siebtrommel **41** auf die lichtempfindliche Trommel **30** aufgebracht. Die Trommel **30** kann entweder elektrostatisch aufgeladen sein oder nicht. Wenn die Trommel **30** elektrostatisch aufgeladen ist, wird eine lichtempfindliche Trommel als Trommel **30** verwendet. Die gesamte Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel **30** wird mit Hilfe der Ladewalze **31** aufgeladen. Laserlicht oder dergleichen wird dann auf einen anderen Bereich der Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel projiziert als den Bereich eines vorgeschriebenen Musters, um statische Elektrizität von dem anderen Bereich der Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel **30** als dem Bereich mit dem vorgeschriebenen Muster abzuführen. Daraus folgt, dass die Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel **30** in einem anderen Bereich als der bestrahlte Bereich in dem aufgeladenen Zustand gehalten wird. Das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** wird in einem vorgeschriebenen Muster auf die aufgeladenen Bereiche der lichtempfindlichen Trommel aufgebracht. Das auf diese Weise auf die lichtempfindliche Trommel aufgetragene Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** wird dann von der lichtempfindlichen Trommel **30** auf die Elektrolytmembran **11** (oder auf die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) übertragen, wodurch die Katalysatorschicht **12**, **15** gebildet wird. Die Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) wird dann zwischen einem Paar von Heizröhrchen **35** zugeführt, um das übertragene Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** an der Elektrolytmembran **11** (oder der Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) zu fixieren. Der Fixierabschnitt und der vor des Fixierabschnitts angeordnete Aufbringungsabschnitt werden in einer Schutzgasatmosphäre **36** gehalten.

[0176] Bei der fünfzehnten Ausführungsform der Erfindung wird das Elektrodenmaterial mit einem Verfahren vom Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel auf die Trommel aufgebracht. Mit anderen Worten, Teilchen des Elektrodenmaterials werden durch das Gitter auf die lichtempfindliche Trommel **30** aufgebracht. Daher werden Teilchen, die eine

einheitliche Größe aufweisen, auf die lichtempfindliche Trommel **30** aufgebracht, und Klumpen aus Kohlepulver werden nicht auf die lichtempfindliche Trommel aufgebracht. Darüber hinaus wird das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** in der Siebtrommel **41** außerordentlich gut verflüssigt, da sich die Siebtrommel **41** während des Prozesses dreht.

[0177] Sechzehnte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst in einem Verfahren vom Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0178] Wie in Fig. 19 gezeigt wird, verwendet die sechzehnte Ausführungsform der Erfindung eine Siebtrommel **41** und eine Druckrakel **42**. Die Siebtrommel **41** ist teilweise als Gitter ausgebildet. Insbesondere weist die Siebtrommel **41** einen als Gitter ausgebildeten Bereich mit einem Muster auf, das der Form einer herzustellenden Elektrode entspricht. Löcher des Gitters sind entsprechend der Teilchengröße des pulverförmigen Elektrodenmaterials **12P** oder **15P** bemessen. Die Druckrakel **42** glättet und presst das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P**, um das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** auf die Trommel **30C** aufzubringen. Das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** in der Siebtrommel **41** wird somit durch das Gitter der Siebtrommel **41** auf die Trommel **30C** aufgebracht, d. h. der als Gitter ausgebildeten Bereich weist ein Muster auf, das der Form der Elektrode entspricht. Die Trommel **30C** ist entweder elektrostatisch aufgeladen oder nicht. Wenn die Trommel **30C** elektrostatisch aufgeladen ist, wird eine aufgeladene Trommel als Trommel **30C** verwendet. Die gesamte Oberfläche der Trommel **30C** wird mit Hilfe einer Ladewalze **31** aufgeladen. Das Elektrodenmaterial wird dann durch das Gitter der Siebtrommel **41** in einem vorgeschriebenen Muster auf die aufgeladene Trommel **30C** aufgebracht, d. h. der als Gitter ausgebildeten Bereich weist ein Muster auf, das der Form der Elektrode entspricht. Das so auf die aufgeladene Trommel **30C** aufgetragene Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** wird von der aufgeladenen Trommel **30C** auf die Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) übertragen, wodurch die Katalysatorschicht **12**, **15** gebildet wird. Die Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) wird dann zwischen ein Paar von Heizröhrchen **35** zugeführt, um das aufgetragene Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** an der Elektrolytmembran **11** (oder die Membran der Diffusionsschicht **13** oder **16**) zu fixieren. Der Fixierabschnitt und der vor des Fixierabschnitts angeordnete Aufbringungsabschnitt werden in einer Schutzgasatmosphäre **36** gehalten.

[0179] Bei der sechzehnten Ausführungsform der Erfindung wird das Elektrodenmaterial in einem Verfahren vom Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel auf die Trommel aufgebracht. Mit anderen Worten, die Teilchen des Elektrodenmaterials werden durch das Gitter auf die Trommel **30** aufgebracht. Daher werden Teilchen, die eine einheitliche Größe aufweisen, auf die Trommel **30C** aufgebracht, und Klumpen aus Kohlepulver werden nicht auf die Trommel aufgebracht. Darüber hinaus wird das Elektrodenmaterial **12P** oder **15P** innerhalb der Siebtrommel **41** außerordentlich gut verflüssigt, da sich die Siebtrommel **41** während des Prozesses dreht.

[0180] Siebzehnte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird zuerst mit einem Verfahren vom Typ mit einem Sieb und Druckrakel auf die Trommel aufgebracht und dann auf die Membran übertragen).

[0181] Wie in Fig. 20 gezeigt wird, verwendet die siebzehnte Ausführungsform der Erfindung eine Siebtrommel **41** und eine Druckrakel **42**. Die Siebtrommel **41** ist teilweise als Gitter ausgebildet. Insbesondere weist die Siebtrommel

41 einen als Gitter ausgebildeten Bereich mit einem Muster auf, das der Form der herzustellenden Elektrode entspricht. Löcher des Gitters sind entsprechend der Teilchengröße des pulverförmigen Elektrodenmaterials 12P oder 15P bemessen. Die Druckrakel 42 glättet und presst das Elektrodenmaterial 12P oder 15P und lädt das Elektrodenmaterial 12P oder 15P elektrostatisch auf, um das Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf die Trommel 30C aufzubringen. Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P in der Siebtrommel 41 wird somit durch die Druckrakel 42 elektrostatisch aufgeladen und durch das Gitter der Siebtrommel 41 in einem vorgeschriebenen Muster auf die Trommel 30D aufgebracht, d. h. der als Gitter ausgebildeten Bereich weist ein Muster auf, das der Form der Elektrode entspricht. Das so auf die Trommel 30D aufgebrachte Elektrodenmaterial 12P oder 15P wird von der Trommel 30D auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) übertragen, wodurch die Katalysatorschicht 12, 15 gebildet wird. Die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) wird dann zwischen ein Paar von Heiztrommeln 35 zugeführt, um das übertragene Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) zu fixieren. Der Fixierabschnitt und der vor des Fixierabschnitts angeordnete Aufbringungsbereich werden in einer Schutzgasatmosphäre 36 gehalten.

[0182] Bei der siebzehnten Ausführungsform der Erfindung wird das elektrostatisch aufgeladene Elektrodenmaterial 12P oder 15P mit einem Verfahren vom Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel auf die Trommel aufgebracht. Mit anderen Worten, die Teilchen des Elektrodenmaterials werden durch das Gitter auf die Trommel 30D aufgebracht. Somit werden Teilchen einheitlicher Größe auf die Trommel 30D aufgebracht, und Klumpen aus Kohlepulver werden nicht auf die Trommel 30D aufgebracht. Darüber hinaus wird das Elektrodenmaterial 12P oder 15P innerhalb der Siebtrommel 41 außerordentlich gut verflüssigt, da sich die Siebtrommel 41 während des Prozesses dreht.

[0183] Achtzehnte Ausführungsform (ein pulverförmiges Elektrodenmaterial wird direkt mit einem Verfahren vom Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel direkt auf die Membran aufgebracht).

[0184] Wie in Fig. 21 gezeigt ist, verwendet die achtzehnte Ausführungsform der Erfindung eine Siebtrommel 41 und eine Druckrakel 42. Die Siebtrommel 41 ist teilweise gitterförmig ausgebildet. Insbesondere weist die Siebtrommel 41 einen als Gitter ausgebildeten Bereich mit einem Muster auf, das der Form der herzustellenden Elektrode entspricht. Löcher des Gitters sind entsprechend der Teilchengröße des pulverförmigen Elektrodenmaterials 12P oder 15P bemessen. Die Druckrakel 42 glättet und presst das Elektrodenmaterial 12P oder 15P, so dass das Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht wird. Die gesamte Oberfläche der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) wird durch das Gitter der Siebtrommel 41, mit Hilfe einer Lade- walze 31 elektrostatisch aufgeladen, die hinter der Siebtrommel 41 angeordnet ist. Das Elektrodenmaterial 12P oder 15P in der Siebtrommel 41 wird in einem vorgeschriebenen Muster direkt auf die Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht, d. h. der als Gitter ausgebildeten Bereich weist ein Muster auf, das der Form der Elektrode entspricht. Die Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) werden dann zwischen ein Paar von Heiztrommeln 35 geführt, um das Elektrodenmaterial 12P oder 15P an der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusions-

schicht 13 oder 16) zu fixieren. Der Fixierabschnitt und der vor des Fixierabschnitts angeordnete Aufbringungsbereich werden in einer Schutzgasatmosphäre 36 gehalten.

[0185] Bei der achtzehnten Ausführungsform der Erfindung wird das Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) in einem Verfahren vom Typ mit einem Sieb und einer Druckrakel aufgebracht. Mit anderen Worten, Teilchen des Elektrodenmaterials 12P oder 15P werden durch das Gitter auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht. Somit werden Teilchen einheitlicher Größe auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht, und Klumpen aus Kohlepulver werden nicht auf die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht. Darüber hinaus wird das Elektrodenmaterial 12P oder 15P innerhalb der Siebtrommel 41 außerordentlich gut verflüssigt, da sich die Siebtrommel 41 während des Prozesses dreht.

[0186] Neunzehnte Ausführungsform (die Membran wird durch eine Trägerschicht verstärkt).

[0187] Wie in Fig. 22 gezeigt ist, wird die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) bei der neunzehnten Ausführungsform der Erfindung durch eine Trägerschicht 43 verstärkt. Nachdem das pulverförmige Elektrodenmaterial 12P oder 15P auf die verstärkte Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht ist, wird die Trägerschicht 43 von der Elektrolytmembran 11 (oder von der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) getrennt. Ansonsten entspricht die neunzehnte Ausführungsform den anderen Ausführungsformen der Erfindung. Die in Fig. 22 dargestellte Ausführungsform basiert auf der Ausführungsform der Fig. 18 (es sollte beachtet werden, dass die neunzehnte Ausführungsform auf jeder Ausführungsform außer der Ausführungsform der Fig. 18 basieren kann).

[0188] An einer vor des Elektrodenmaterial-Aufbringungsbereich angeordneten Position wird die Trägerschicht 43 mit der Oberfläche der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) verbunden, die der Oberfläche, auf die das Elektrodenmaterial aufgebracht werden soll, gegenüberliegt, um die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) zu verstärken. In diesem Zustand wird das Elektrodenmaterial auf eine Oberfläche der verstärkten Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht (d. h. auf die Oberfläche, die der Oberfläche gegenüberliegt, die die damit verbundene Verstärkungsschicht aufweist). Die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) wird dann zwischen ein Paar von Heiztrommeln 35 zugeführt, um das Elektrodenmaterial an der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) zu fixieren. Die Trägerschicht 43 wird dann entlang einer Trommel eines Paares von Trommeln 44, die nach den Heiztrommeln 35 angeordnet sind, von der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) getrennt. Gleichzeitig wird eine weitere Schicht 43 entlang der anderen Trommel 44 mit der gegenüberliegenden Oberfläche der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) verbunden (d. h. der Oberfläche, die das darauf aufgebrachte Elektrodenmaterial aufweist), um die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) zu verstärken. Die so verstärkte Elektrolytmembran 11 (oder Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) wird dann einem weiteren, weiter unten angeordneten Elektrodenmaterial-Aufbringabschnitt zugeführt, wo das Elektrodenmaterial auf die andere Oberfläche der Elektrolytmem-

bran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) aufgebracht wird (d. h. auf die Oberfläche, die kein darauf aufgebrachtes Elektrodenmaterial aufweist). Die Elektrolytmembran 11 (oder die Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) wird dann zwischen einem weiteren Paar von Heiztrommeln zugeführt, um das Elektrodenmaterial an der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) zu fixieren. Die Schicht 43 wird dann entlang einer Trommel, die hinter des Paares von Heiztrommeln angeordnet ist, von der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) getrennt. Um zuverlässig Ladungen zu halten, ist es wünschenswert, eine elektrisch isolierende Schicht wie PTFE (Polytetrafluorethylen) oder Polyethylen als Trägerschicht 43 zu verwenden.

[0189] Ein Verbinden der Trägerschicht 43 mit der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) ermöglicht eine Verstärkung der Elektrolytmembran 11 (oder der Membran der Diffusionsschicht 13 oder 16) sowie eine Verbesserung des elektrostatischen Aufbringungswirkungsgrades.

[0190] Obwohl die Erfindung mit Bezug auf Ausführungsformen beschrieben wurde, die als bevorzugt angesehen werden, ist klar, dass die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsformen oder Konstruktionen begrenzt ist. Im Gegenteil, es ist gedacht, dass die Erfindung verschiedene Modifikationen und äquivalente Anordnungen einschließt. Ferner liegen weitere Kombinationen und Konfigurationen, die mehrere oder weniger Elemente oder ein einzelnes Element umfassen, ebenfalls innerhalb des Geistes und des Umfangs der Erfindung, obwohl die verschiedenen Elemente der offenbarten Erfindung in verschiedenen Kombinationen und Konfigurationen gezeigt sind, die beispielhaft sind.

[0191] Zum Beispiel kann das Elektrodenmaterial zuerst von der fotoempfindlichen Trommel auf eine dazwischenliegende Hilfsmembran und dann von der dazwischenliegenden Hilfsmembran auf die Elektrolytmembran oder die Membran der Diffusionsschicht übertragen werden.

[0192] Das rotierende Element der Erfindung enthält eine Trommel und eine Walze und kann eine hohle oder volle zylindrische Form aufweisen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode, **dadurch gekennzeichnet**, dass es die Schritte umfasst:
Aufbringen eines pulverförmigen Elektrodenmaterials (12P, 15P) in einem vorgeschriebenen Muster auf ein rotierendes Element (30, 30A, 30C, 30D);
Übertragen des aufgetragenen Elektrodenmaterials (12P, 15P) von dem rotierenden Element (30, 30A, 30C, 30D) auf eine Auflagemembran (11, 13, 16); und
Fixieren des übertragenen Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf der Auflagemembran (11, 13, 16).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das pulverförmige Elektrodenmaterial (12P, 15P) in einer Siebtrommel (41) enthalten ist, deren Oberfläche wenigstens teilweise als Gitter ausgebildet ist, und wobei eine Druckrakel (42), die innerhalb der Siebtrommel (41) angeordnet ist, das Elektrodenmaterial (12P, 15P) gegen das rotierende Element (30, 30C, 30D) presst, um das Elektrodenmaterial (12P, 15P) durch den als Gitter ausgebildeten Bereich der Siebtrommel (41) auf das rotierende Element (30, 30C, 30D) aufzubringen.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass

eine gesamte äußere Umfangsoberfläche der Siebtrommel (41) als Gitter ausgebildet ist, und die Oberfläche der Siebtrommel (41) in einem vorgeschriebenen Muster aufgeladen wird; und

die Druckrakel (42) das Elektrodenmaterial (12P, 15P), das in der Siebtrommel (41) enthalten ist, gegen das rotierende Element (30, 30C, 30D) presst, um das Elektrodenmaterial (12P, 15P) auf den aufgeladenen Bereich des rotierenden Elements (30, 30C, 30D) aufzubringen.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass

die Siebtrommel (41) einen Bereich mit einem vorgeschriebenen Muster aufweist, der als Gitter ausgebildet ist,

eine gesamte Oberfläche des rotierenden Elements (30, 30C, 30D) aufgeladen wird, und die Druckrakel (42) das in der Siebtrommel (41) enthaltene Elektrodenmaterial (12P, 15P) presst, um das Elektrodenmaterial (12P, 15P) durch den als Gitter ausgebildeten Bereich mit dem vorgeschriebenen Muster in der Siebtrommel (41) auf das rotierende Element (30, 30C, 30D) aufzubringen.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass

die Siebtrommel (41) einen Bereich mit einem vorgeschriebenen Muster aufweist, der als Gitter ausgebildet ist;

das rotierende Element (30D) nicht aufgeladen wird; und

die Druckrakel (42) das Elektrodenmaterial (12P, 15P), das in der Siebtrommel (41) enthalten ist, presst und elektrostatisch auflädt, um das Elektrodenmaterial (12P, 15P) durch den als Gitter ausgebildeten Bereich des vorgeschriebenen Musters in der Siebtrommel (41) auf das rotierende Element (30D) aufzubringen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Oberfläche des rotierenden Elements (30, 30C) in dem vorgeschriebenen Muster aufgeladen wird, und das Elektrodenmaterial (12P, 15P) dem rotierenden Element (30, 30C) zugeführt wird, so dass es elektrostatisch mit dem aufgeladenen Bereich des rotierenden Elements (30, 30C) verbunden ist, wodurch das Elektrodenmaterial (12P, 15P) auf das rotierende Element (30, 30C) aufgebracht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner die Schritte umfasst:

Aufladen der Oberfläche des rotierenden Elements (30, 30C); und

Abführen von statischer Elektrizität von einem anderen Bereich der Oberfläche des rotierenden Elements (30, 30C) als dem Bereich, der dem vorgeschriebenen Muster entspricht.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass

das rotierende Element eine lichtempfindliche Trommel (30, 30A) ist;

eine Ladewalze mit einer lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) in Kontakt gebracht wird, um eine Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) aufzuladen;

Licht auf einen anderen Bereich der Oberfläche der lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) als einen Bereich, der dem vorgeschriebenen Muster entspricht, gerichtet wird, um davon statische Elektrizität abzuführen; und

das Elektrodenmaterial (12P, 15P) der lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) zugeführt wird, so dass es mit

dem Bereich, der dem vorgeschriebenen Muster entspricht, elektrostatisch verbunden ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Elektrodenmaterial (12P, 15P) innerhalb eines Behälters (33), der das Elektrodenmaterial (12P, 15P) enthält, in Schwingungen versetzt oder verflüssigt wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Auflagemembran (11, 13, 16) entweder eine Elektrolytmembran (11) oder eine Membran (13, 16) einer Diffusionsschicht ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Auflagemembran die Elektrolytmembran (11) ist; das rotierende Element (30, 30A) eine erste Trommel (30) zum Zuführen von Anodenelektrodenmaterial (12P, 15P) auf eine erste Oberfläche der Elektrolytmembran (11) und eine zweite Trommel (30A) zum Zuführen von Kathodenelektrodenmaterial (12P, 15P) auf eine zweite Oberfläche der Elektrolytmembran (11) umfasst;

das Anodenelektrodenmaterial (12P) und das Kathodenelektrodenmaterial (15P) in vorgeschriebenen Mustern auf der ersten Trommel (30) bzw. der zweiten Trommel (30A) elektrostatisch gehalten werden;

das Anodenelektrodenmaterial (12P) des vorgeschriebenen Musters von der ersten Trommel (30) auf die erste Oberfläche der Elektrolytmembran (11) übertragen wird;

das Kathodenelektrodenmaterial (15P) des vorgeschriebenen Musters von der zweiten Trommel (30A) auf die zweite Oberfläche der Elektrolytmembran (11) übertragen wird; und

die so übertragenen Anoden- und Kathodenelektrodenmaterialien (12P, 15P) der vorgeschriebenen Muster auf der Elektrolytmembran (11) fixiert werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte des Aufbringens des Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf das rotierende Element (30, 30A), des Übertragens des aufgetragenen Elektrodenmaterials (12P, 15P) von dem rotierenden Element (30, 30A) auf die Auflagemembran (11, 13, 16) und des Fixierens des übertragenen Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf der Auflagemembran (11, 13, 16) in einer Schutzgasatmosphäre (36) ausgeführt werden.

13. Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode, dadurch gekennzeichnet, dass es die Schritte umfasst:

Pressen eines pulverförmigen Elektrodenmaterials (12P, 15P), das in einer Siebtrommel (41) enthalten ist, deren Oberfläche wenigstens teilweise als Gitter ausgebildet ist, mit Hilfe einer Druckrakel (42), die innerhalb der Siebtrommel (41) angeordnet ist, wodurch das Elektrodenmaterial (12P, 15P) in einem vorgeschriebenen Muster durch den als Gitter ausgebildeten Bereich der Siebtrommel (41) direkt auf eine Auflagemembran (11, 13, 16) aufgebracht wird; und Fixieren des aufgetragenen Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf der Auflagemembran (11, 13, 16).

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Fixierschritt mit einem vorgeschriebenen Druck und bei einer vorgeschriebenen Temperatur ausgeführt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Elektrodenmaterial (12P, 15P) mehrfach auf die Auflagemembran (11, 13, 16) aufgebracht wird, um die Struktur der Elektrode in

Richtung der Dicke zu verändern.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte des Aufbringens des Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf die Auflagemembran (11, 13, 16) und des Fixierens des aufgetragenen Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf der Auflagemembran (11, 13, 16) in einer Schutzgasatmosphäre (36) ausgeführt werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner die Schritte umfasst:

Aufbringen eines flüssigen Bindemittels (38) auf das fixierte Elektrodenmaterial (12P, 15P) und Trocknen des aufgetragenen flüssigen Bindemittels (38) nach dem Schritt des Fixierens des Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf der Auflagemembran (11, 13, 16).

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Elektrodenmaterial (12P, 15P) ein pulverförmiges Material ist, das im wesentlichen wenigstens entweder eine Mischung aus Kohlepulver (45), das eine katalytische Substanz trägt oder mitführt, und einem Elektrolytpulver (46), oder Kohlepulver (45) ist, das eine katalytische Substanz trägt oder mitführt und dessen Oberfläche mit einem Elektrolyt (46) überzogen ist.

19. Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode, dadurch gekennzeichnet, dass sie Folgendes umfasst:

einen ersten Übertragungsabschnitt, der ein rotierendes Element (30, 30A, 30C, 30D) und eine Aufbringvorrichtung (33, 34, 41, 42) zum Aufbringen eines pulverförmigen Elektrodenmaterials (12P, 15P) in einem vorgeschriebenen Muster auf eine Oberfläche des rotierenden Elements (30, 30A, 30C, 30D) umfasst, wobei das rotierende Element (30, 30A, 30C, 30D) das aufgetragene Elektrodenmaterial (12P, 15P) auf eine Auflagemembran (11, 13, 16) überträgt; und einen Fixierabschnitt, der eine Fixiervorrichtung (35) zum Fixieren des übertragenen Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf die Auflagemembran (11, 13, 16) umfasst.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufbringvorrichtung eine Siebtrommel (41) umfasst, deren Oberfläche wenigstens teilweise als Gitter ausgebildet ist, und eine Druckrakel (42) umfasst, die innerhalb der Siebtrommel (41) angeordnet ist, um das Elektrodenmaterial (12P, 15P), das in der Siebtrommel (41) enthalten ist, zu pressen.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass

eine gesamte äußere Umfangsoberfläche der Siebtrommel (41) als Gitter ausgebildet ist;

das rotierende Element (30, 30A, 30B, 30C) eine lichtempfindliche Trommel (30, 30A) ist; und

die Aufbringvorrichtung eine Ladewalze (35) zum Aufladen der lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) und einen Projektor (32) zum Aufladen der lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) in einem vorbestimmten Muster umfasst.

22. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass

die Siebtrommel (41) einen Bereich mit einem vorbestimmten Muster aufweist, der als Gitter ausgebildet ist; und

die Vorrichtung ferner eine Ladewalze (35) zum Aufladen des rotierenden Elements (30, 30A, 30C, 30D) umfasst.

23. Vorrichtung gemäß Anspruch 20, wobei die Siebtrommel (41) einen Bereich mit vorgeschriebenem Muster aufweist, der als Gitter ausgebildet ist; das rotierende Element eine nicht aufgeladene Trommel (30D) ist; und die Druckraket (42) das Elektrodenmaterial (12P, 15P), das in der Siebtrommel (41) enthalten ist, elektrostatisch auflädt.

24. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass: die Aufbringungs-
vorrichtung ferner eine Ladevorrichtung (35) zum Aufladen der Oberfläche des rotierenden Elements (30, 30A) und eine Vorrichtung (32) zur Entfernung von statischer Elektrizität von einem anderen Bereich der Oberfläche des rotierenden Elements (30, 30A) als dem Bereich, der einem vorgeschriebenen Muster entspricht, umfasst; und der erste Übertragungsabschnitt ein Element umfasst, das es ermöglicht, dass die Auflagemembran (11, 13, 16) zwischen dem Element und dem rotierenden Element (30, 30A) zugeführt wird, und um die Auflagemembran (11, 13, 16) gegen das rotierende Element (30, 30A) zu pressen; und die Auflagemembran entweder eine Elektrolytmembran (11) oder eine Membran (13, 16) einer Diffusionsschicht ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass das rotierende Element (30, 30A) eine erste lichtempfindliche Trommel (30, 30A) ist; die Materialzuführvorrichtung (33, 34) eine erste Materialzuführwalze zum Zuführen des Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf eine Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) ist; die Ladevorrichtung eine erste Ladewalze (35) zum Aufladen der Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) ist; die Vorrichtung (32) zum Abführen von statischer Elektrizität ein erster Projektor (32) zum Projizieren von Licht auf einen anderen Bereich der Oberfläche der ersten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) als einen Bereich, der dem vorgeschriebenen Muster entspricht, ist, um statische Elektrizität davon abzuführen; das Presselement entweder eine erste Trommel (30, 30A) oder eine erste Walze (30B) ist, um zu ermöglichen, dass die Auflagemembran (11, 13, 16) zwischen der ersten Trommel (30, 30A) oder der ersten Walze (30B) und der ersten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) zugeführt wird, und um die Auflagemembran (11, 13, 16) gegen die erste lichtempfindliche Trommel (30, 30A) zu pressen; und die Fixiervorrichtung eine Fixierwalze (35) ist, die in der Zuführrichtung der Auflagemembran (11, 13, 16) nach der ersten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) angeordnet ist, um das Elektrodenmaterial (12P, 15P) auf der Auflagemembran (11, 13, 16) zu fixieren, wobei die Auflagemembran entweder die Elektrolytmembran (11) oder die Membran (13, 16) der Diffusionsschicht ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass sie ferner umfasst: einen zweiten Übertragungsabschnitt, der in Zuführrichtung der Auflagemembran (11, 13, 16) nach dem ersten Übertragungsabschnitt angeordnet ist, und der eine zweite lichtempfindliche Trommel (30, 30A), eine zweite Ladewalze (35) zum Aufladen einer Oberfläche der zweiten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A), einen zweiten Projektor (32) zum Projizieren von Licht

auf einen anderen Bereich der Oberfläche der zweiten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) als einen Bereich, der dem vorgeschriebenen Muster entspricht, um davon statische Elektrizität abzuführen, eine zweite Materialzuführwalze (33, 34) zum Zuführen von Elektrodenmaterial (12P, 15P) zur Oberfläche der zweiten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) und entweder eine zweite Trommel (30, 30A) oder eine zweite Walze (30B) umfasst, um zu ermöglichen, dass die Auflagemembran (11, 13, 16) zwischen entweder der zweiten Trommel (30, 30A) oder der zweiten Walze (30B) und der zweiten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) zugeführt wird, und um die Auflagemembran (11, 13, 16) gegen die zweite lichtempfindliche Trommel (30, 30A) zu pressen; wobei die Auflagemembran entweder eine Elektrolytmembran (11) oder eine Membran (13, 16) einer Diffusionsschicht ist.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Presselement eine zweite lichtempfindliche Trommel (30, 30A) ist; die Auflagemembran die Elektrolytmembran (11) ist und zwischen der ersten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) und der zweiten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) angeordnet ist; die Vorrichtung ferner umfasst: eine zweite Ladewalze (35) zum Aufladen einer Oberfläche der zweiten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A); einen zweiten Projektor (32) zum Projizieren von Licht auf einen anderen Bereich der Oberfläche der zweiten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A) als einen Bereich, der dem vorgeschriebenen Muster entspricht, um davon statische Elektrizität abzuführen; und eine zweite Materialzuführwalze (34) zum Zuführen von Elektrodenmaterial (12P, 15P) zur Oberfläche der zweiten lichtempfindlichen Trommel (30, 30A).

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Übertragungsabschnitt und der Fixierabschnitt in einer Schutzgasatmosphäre (35) angeordnet sind.

29. Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode, dadurch gekennzeichnet, dass sie Folgendes umfasst: eine Elektrodenmaterial-Zuführ-/Aufbring-Vorrichtung (33, 34) zum Zuführen eines pulverförmigen Elektrodenmaterials (12P, 15P) und zum direkten Aufbringen des Elektrodenmaterials (12P, 15P) in einem vorgeschriebenen Muster auf eine Auflagemembran (11, 13, 16); und eine Fixiervorrichtung (35) zum Fixieren des aufgetragenen Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf der Auflagemembran (11, 13, 16).

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass ein Aufbringabschnitt, in dem die Elektrodenmaterial-Zuführ-/Aufbring-Vorrichtung (33, 34) angeordnet ist, und ein Fixierabschnitt, in dem die Fixiervorrichtung (35) angeordnet ist, in einer Schutzgasatmosphäre (36) angeordnet sind.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass sie ferner umfasst: eine Bindemittel-(38)-Zuführvorrichtung, die in der Zuführrichtung der Auflagemembran (11, 13, 16) nach der Fixiervorrichtung (35) angeordnet ist; und einem Trocknungsbereich, der nach der Bindemittel-(38)-Zuführvorrichtung angeordnet ist.

32. Brennstoffzellen-Elektrode, die nach dem Verfah-

ren gemäß Anspruch 1 hergestellt ist.

33. Brennstoffzellen-Elektrode, die nach dem Verfahren gemäß Anspruch 12 hergestellt ist.

34. Brennstoffzellen-Elektrode, die mit der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 hergestellt ist.

35. Brennstoffzellen-Elektrode, die mit der Vorrichtung gemäß Anspruch 29 hergestellt ist.

36. Verfahren zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode, dadurch gekennzeichnet, dass sie die Schritte umfasst:

elektrostatisches Festhalten von Elektrodenmaterial (12P, 15P) auf einem lichtempfindlichen Element in einem vorgeschriebenen Muster;

Übertragen des Elektrodenmaterials (12P, 15P) des vorgeschriebenen Musters von dem lichtempfindlichen Element auf eine Auflagemembran (11, 13, 16); und Fixieren des übertragenen Elektrodenmaterials (12P, 15P) des vorgeschriebenen Musters auf der Auflagemembran (11, 13, 16).

37. Verfahren nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, dass es ferner die Schritte umfasst:

Aufladen einer Oberfläche des lichtempfindlichen Elements (30, 30A); und

Abführen statischer Elektrizität von einem anderen Bereich der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements (30, 30A) als dem Bereich, der dem vorgeschriebenen Muster entspricht.

38. Vorrichtung zur Herstellung einer Brennstoffzellen-Elektrode, dadurch gekennzeichnet, dass sie Folgendes umfasst:

ein lichtempfindliches Element (30, 30A);

ein Ladeelement (31) zum Aufladen einer Oberfläche des lichtempfindlichen Elements (30, 30A)

einem Projektor (32) zum Projizieren von Licht auf einen anderen Bereich der Oberfläche des lichtempfindlichen Elements (30, 30A) als einen Bereich, der einem vorgeschriebenen Muster entspricht, um davon statische Elektrizität abzuführen;

eine Materialzuführvorrichtung (33, 34) zum Zuführen von Elektrodenmaterial (12P, 15P) auf die Oberfläche des lichtempfindlichen Elements (30, 30A);

ein Element (30, 30A, 30B), um zu ermöglichen, dass eine Auflagemembran (11, 13, 16) zwischen dem Element und dem lichtempfindlichen Element (30, 30A) zugeführt wird, und um die Auflagemembran (11, 13, 16) gegen das lichtempfindliche Element (30, 30A) zu pressen; und

eine Fixiervorrichtung (35) zum Fixieren des Elektrodenmaterials (12P, 15P) auf der Auflagemembran (11, 13, 16).

Hierzu 22 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

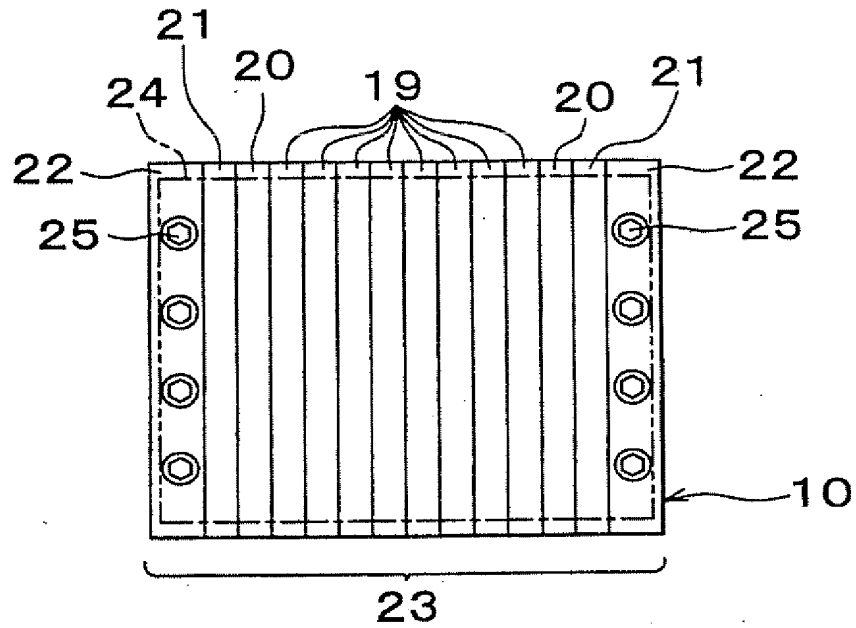


FIG. 2

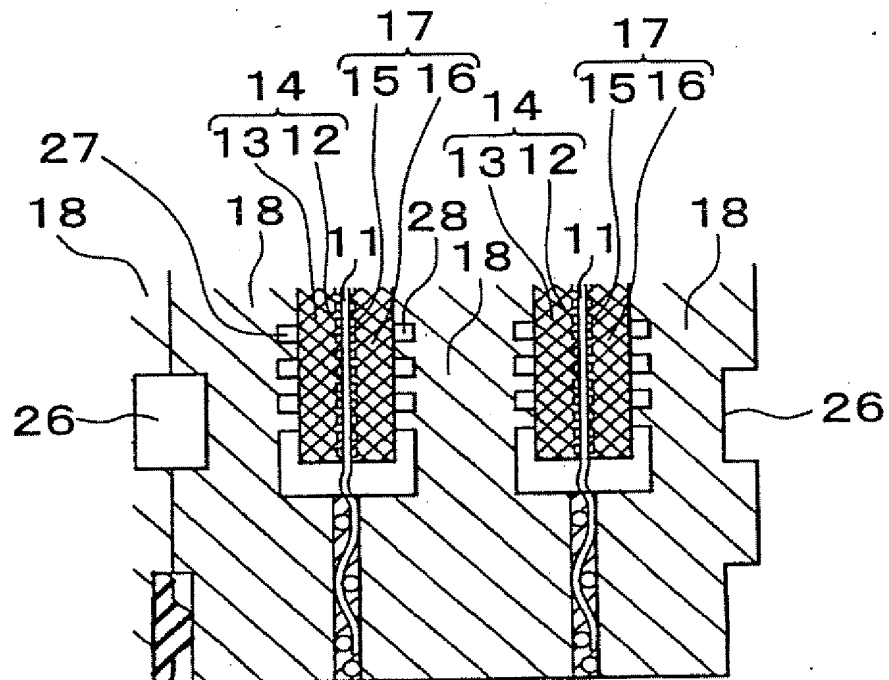


FIG. 3

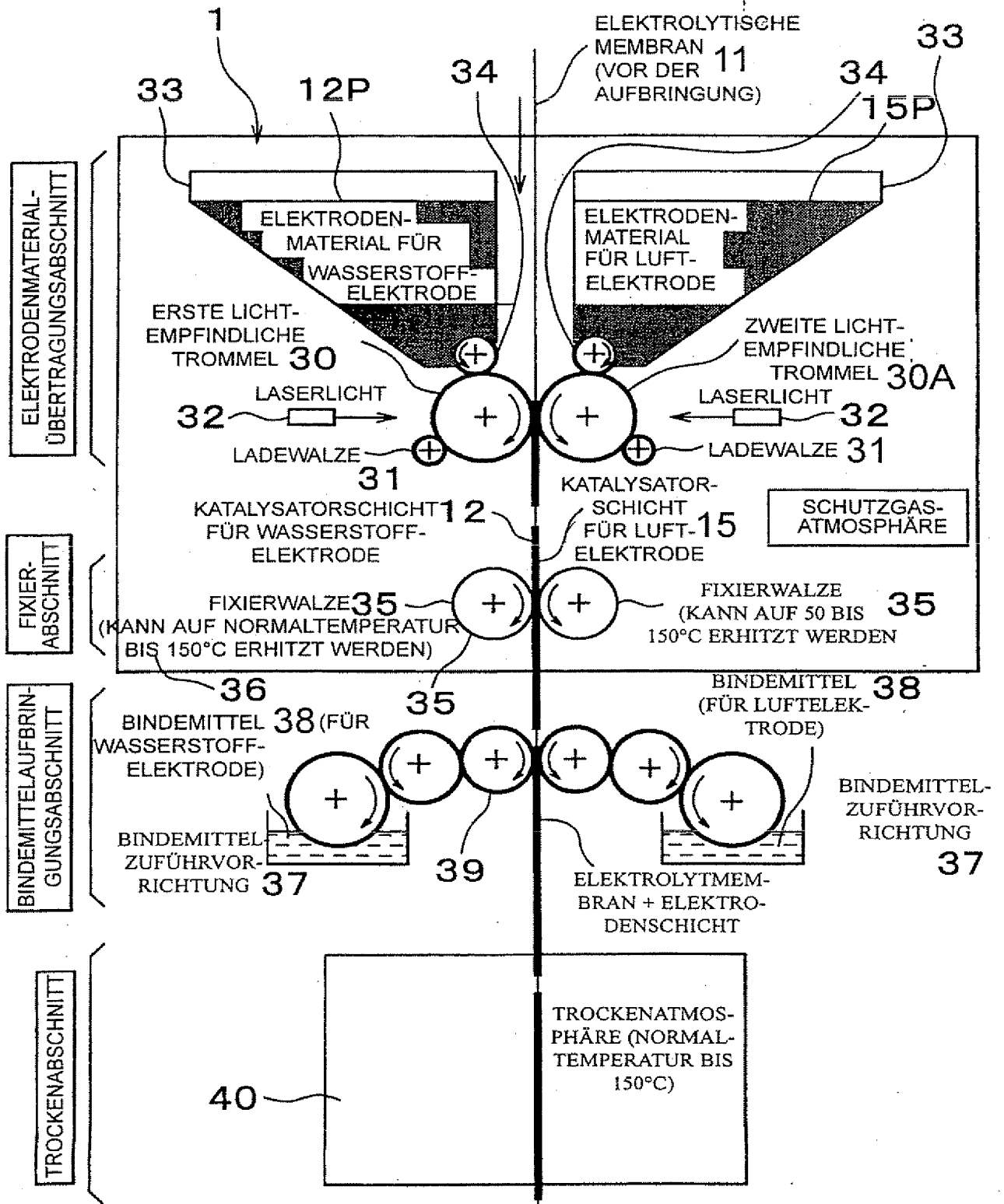


FIG. 4

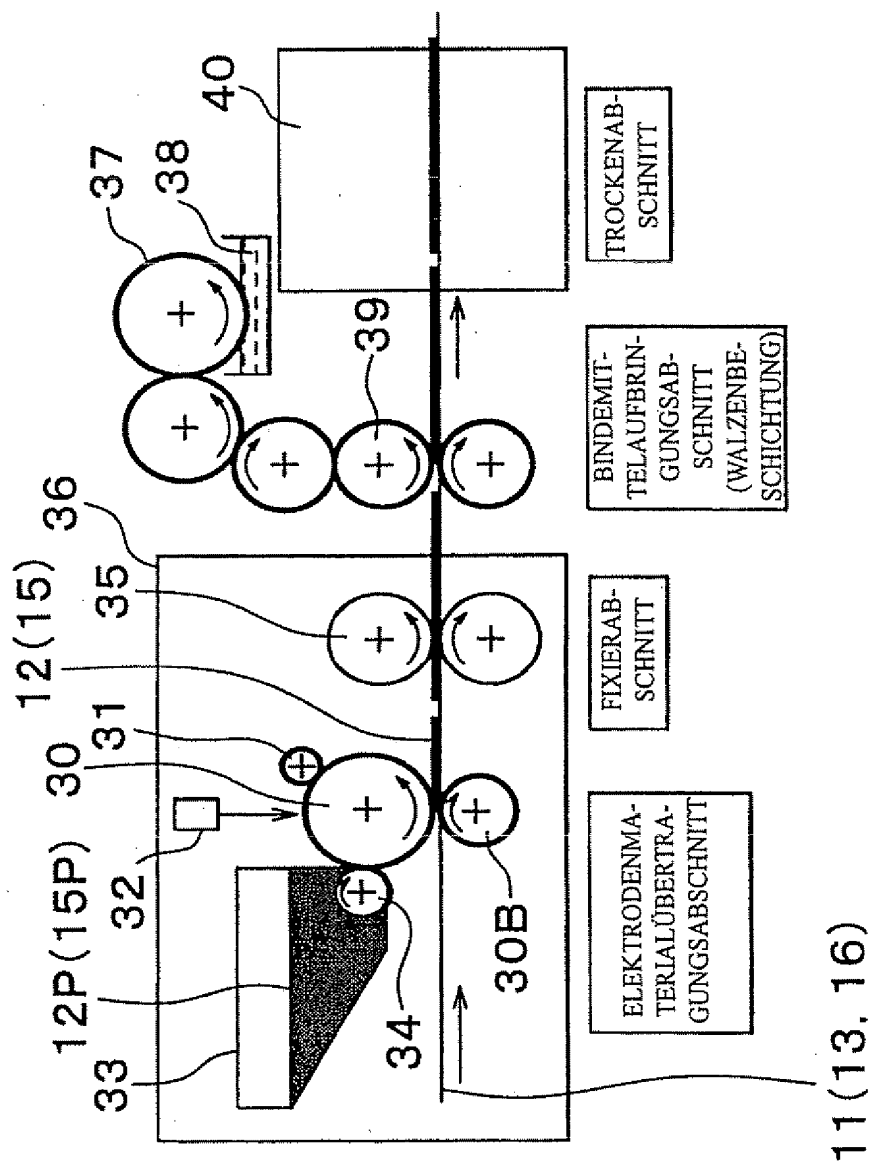


FIG. 5

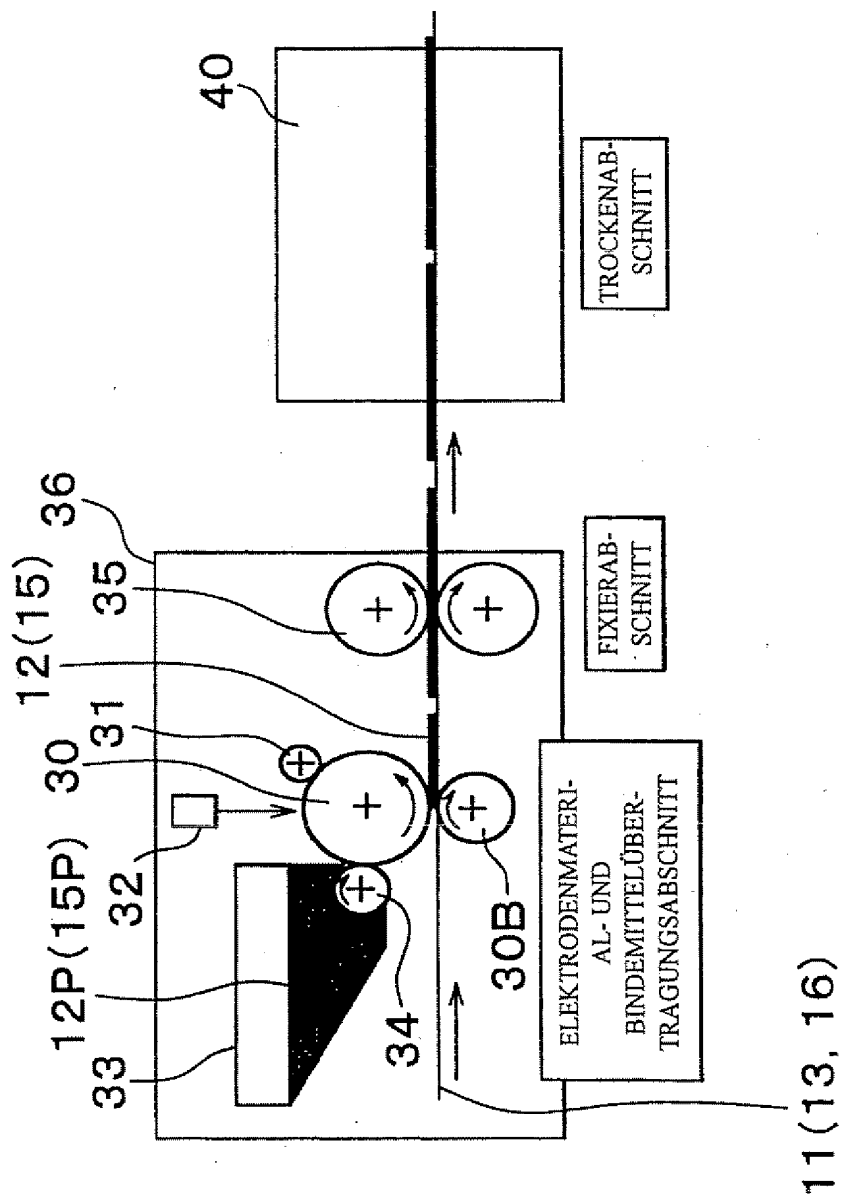


FIG. 6

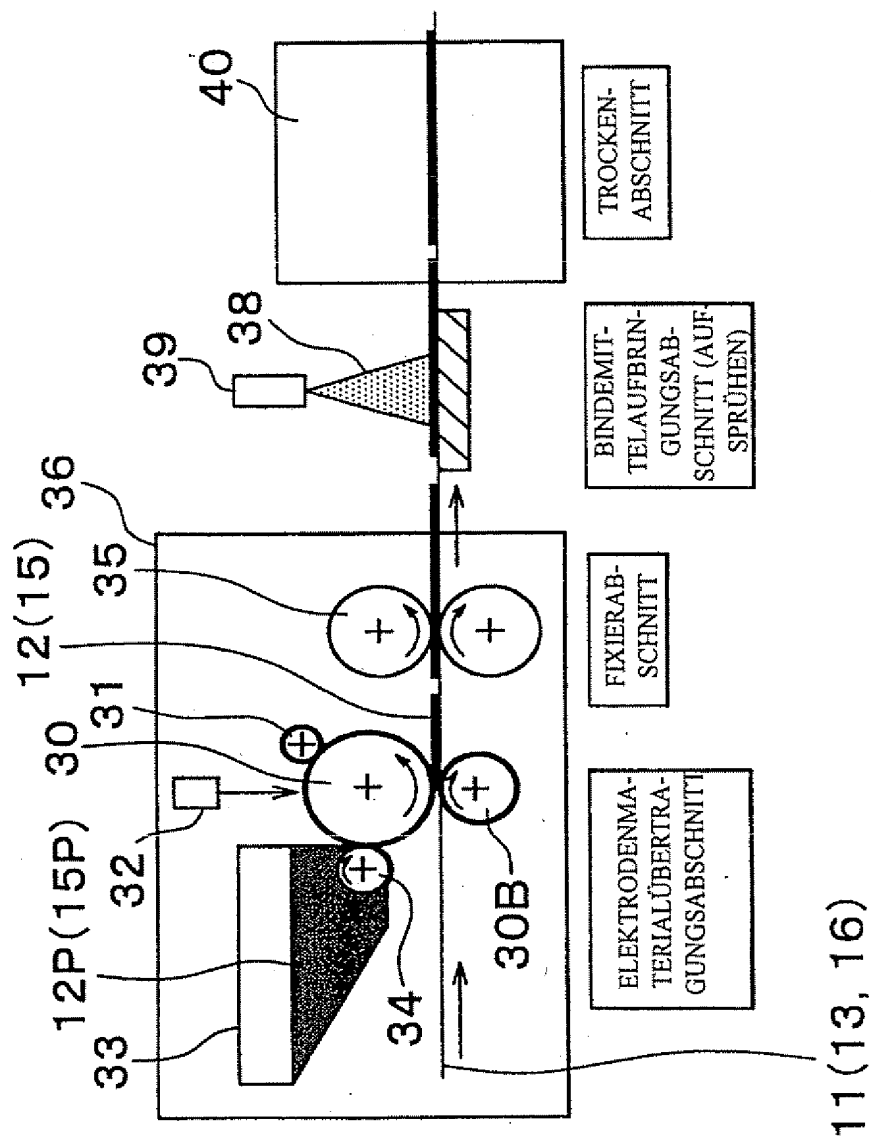


FIG. 7

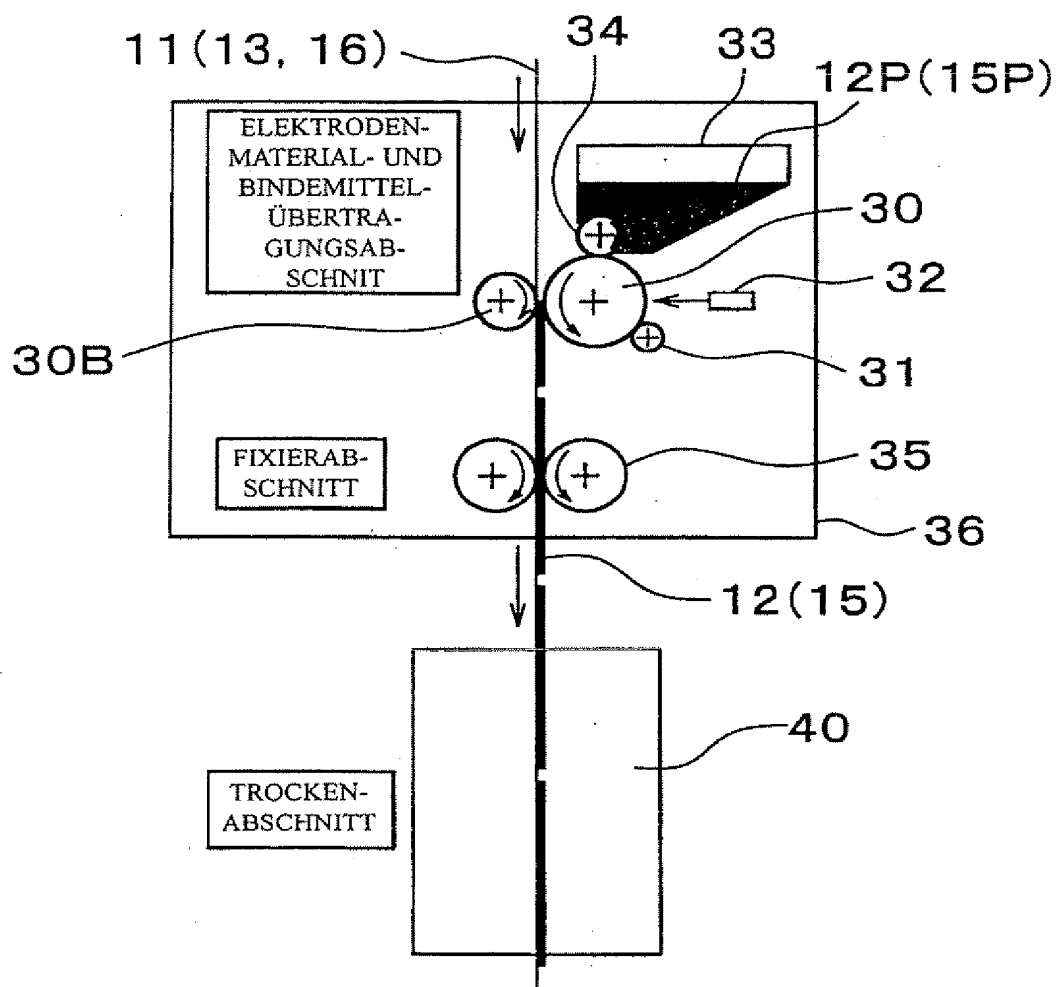


FIG. 8

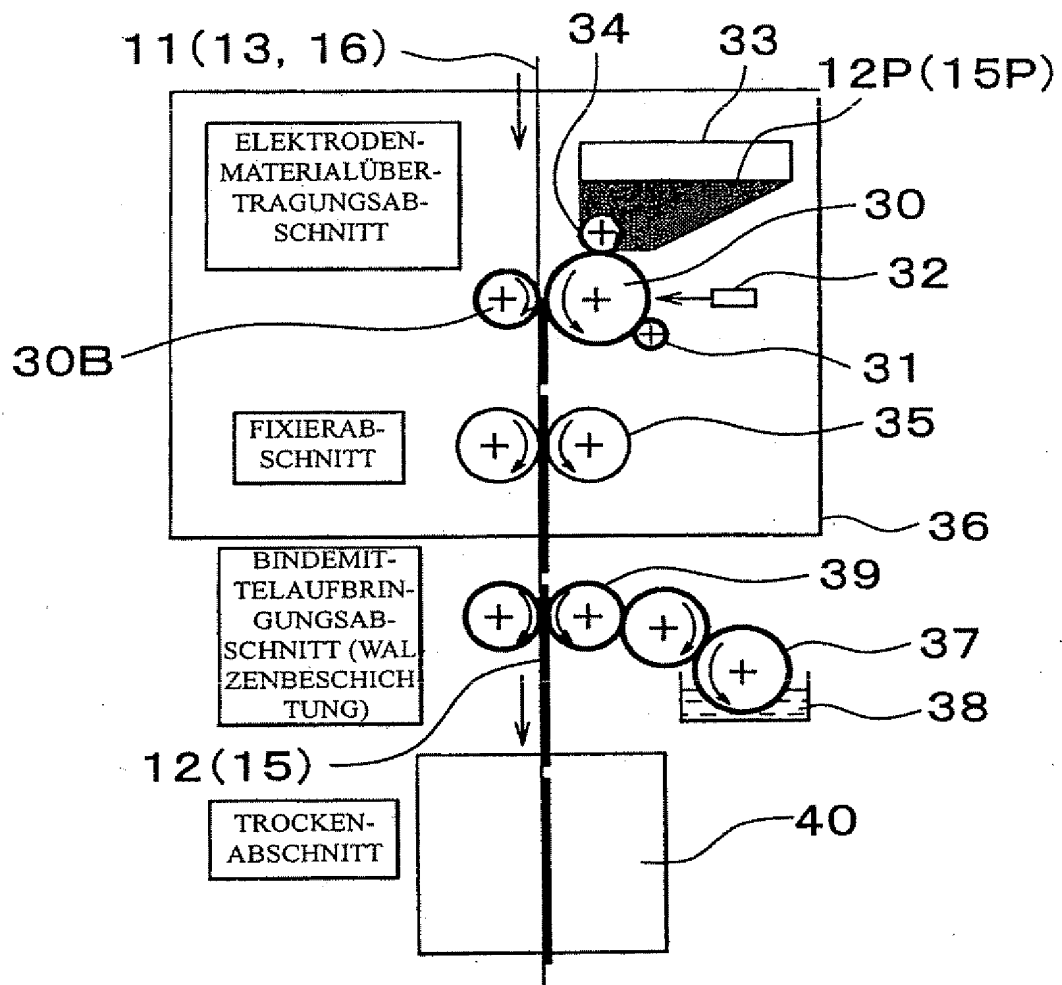


FIG. 9

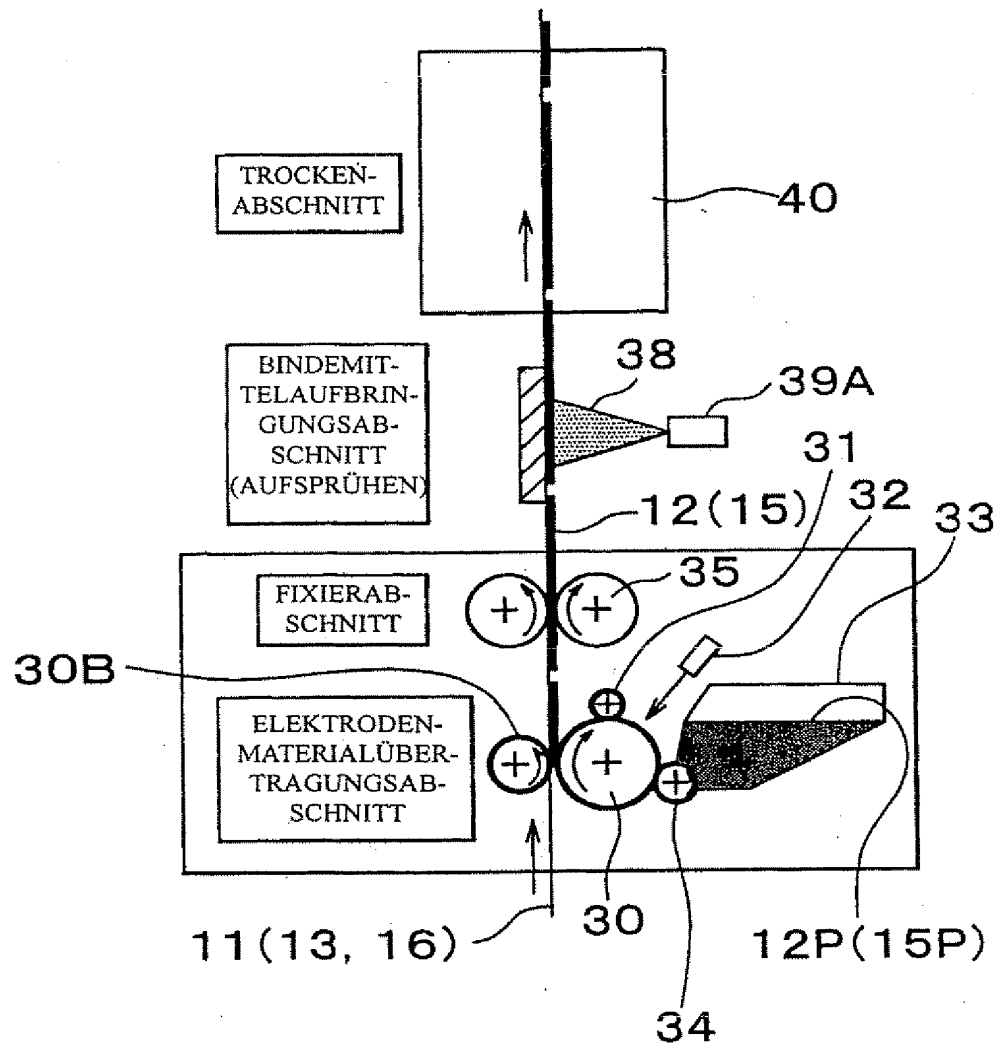


FIG. 10

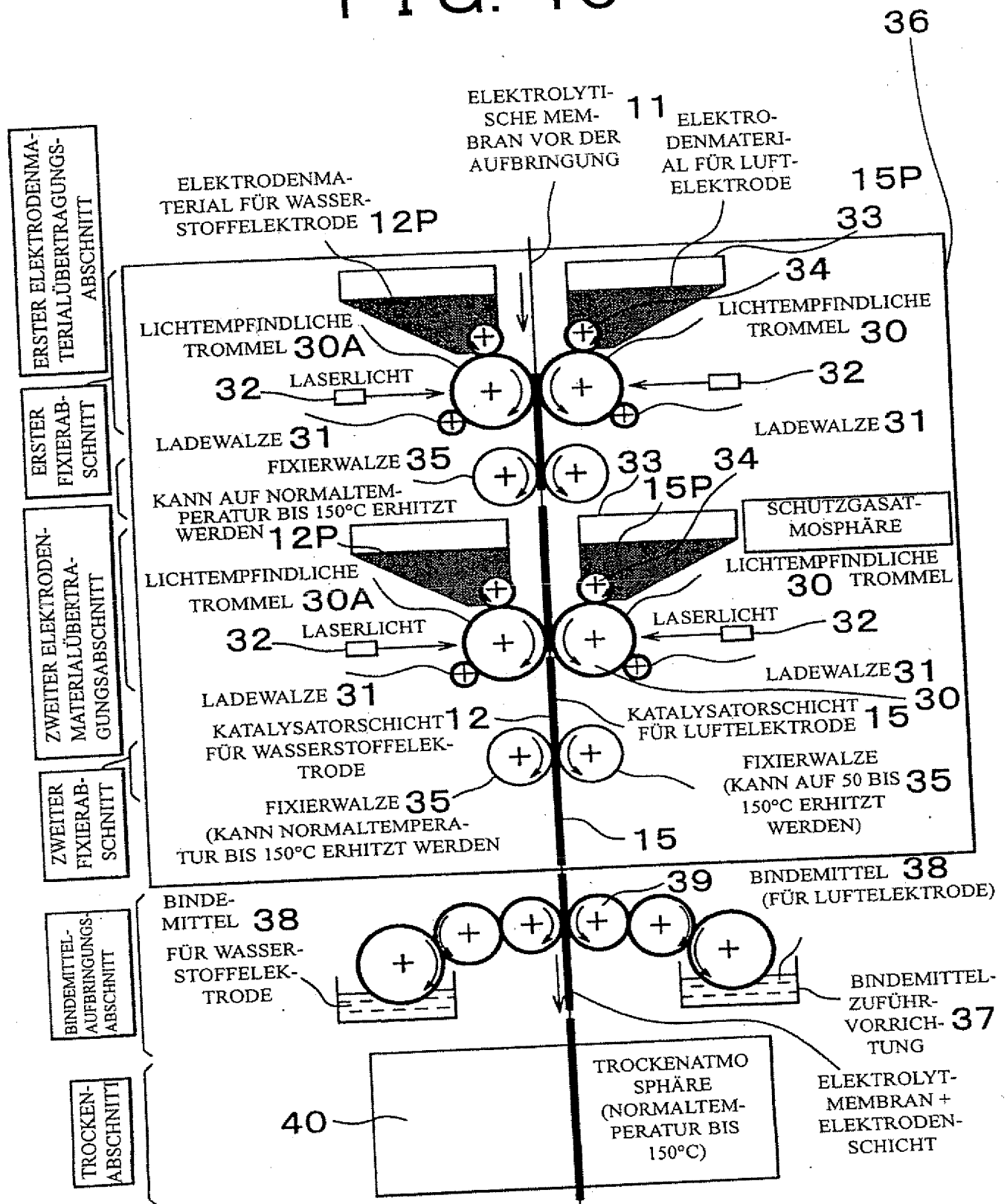


FIG. 11A

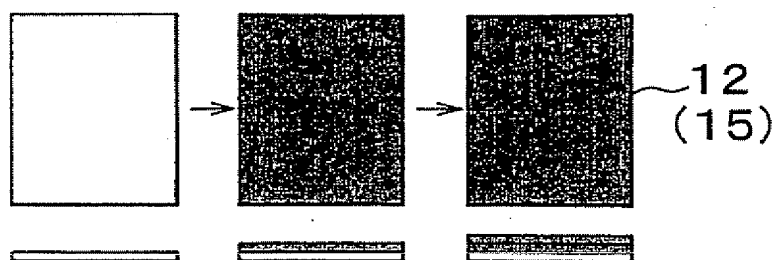


FIG. 11B

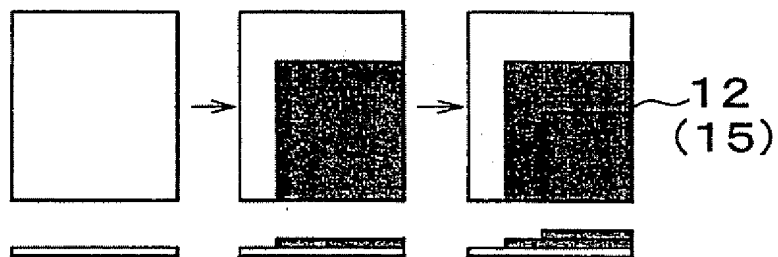


FIG. 11C

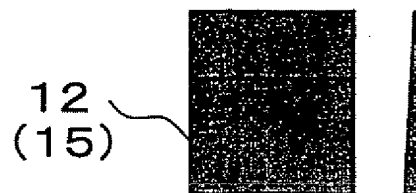


FIG. 11D

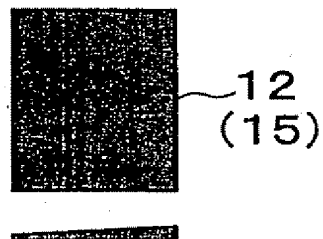


FIG. 11E



FIG. 11F

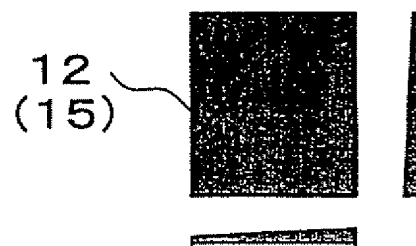


FIG. 12

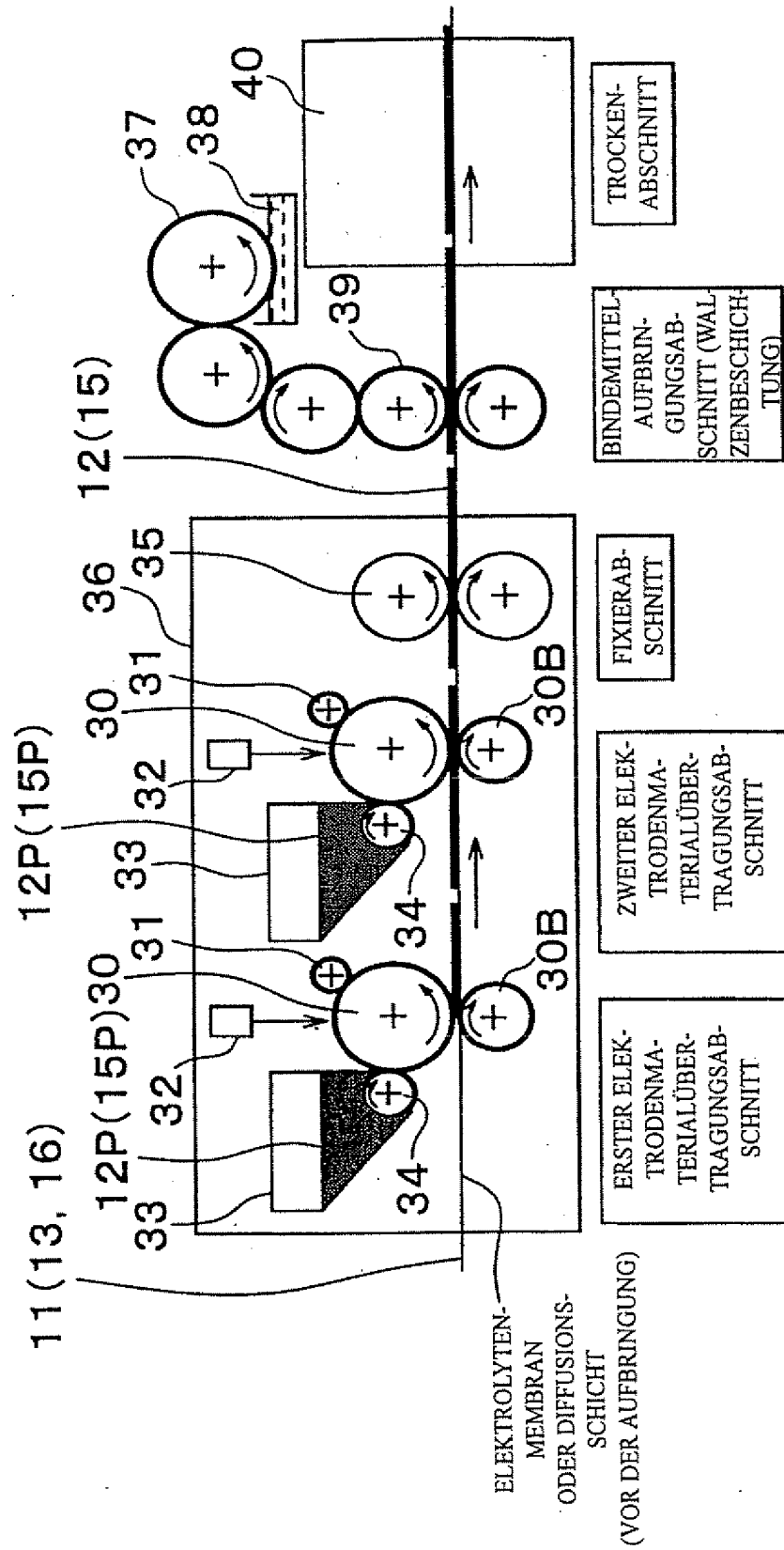


FIG. 13

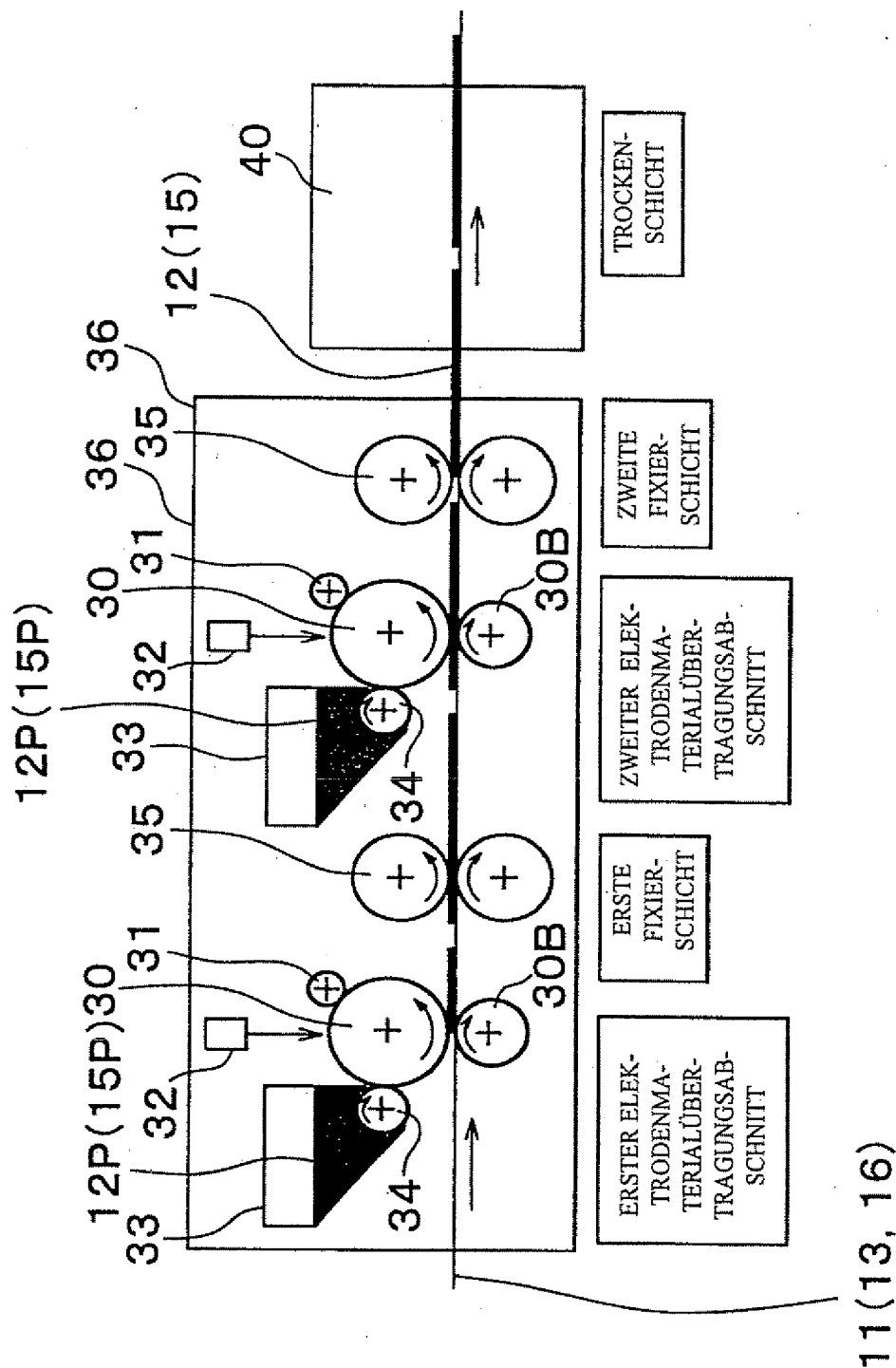


FIG. 14

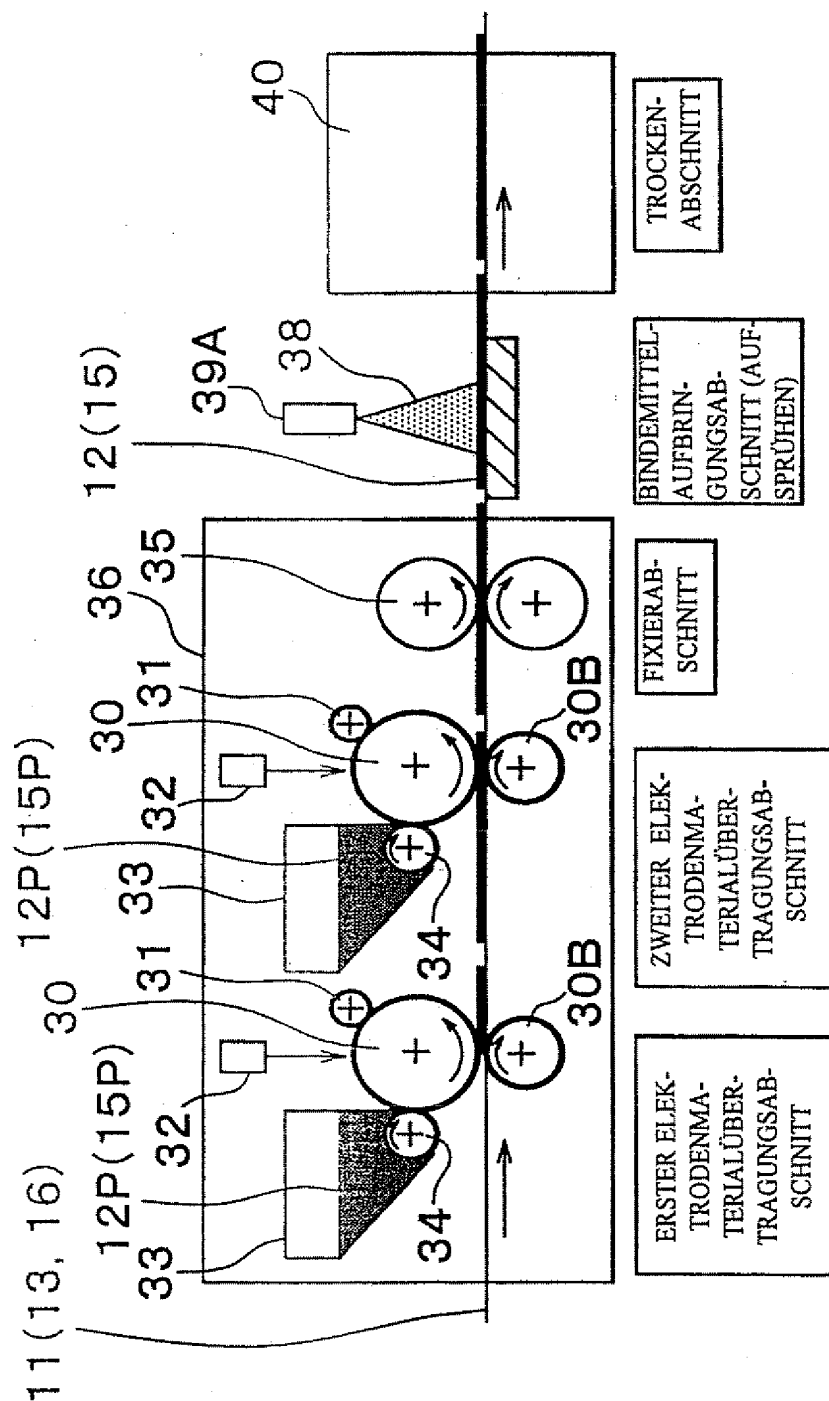


FIG. 15

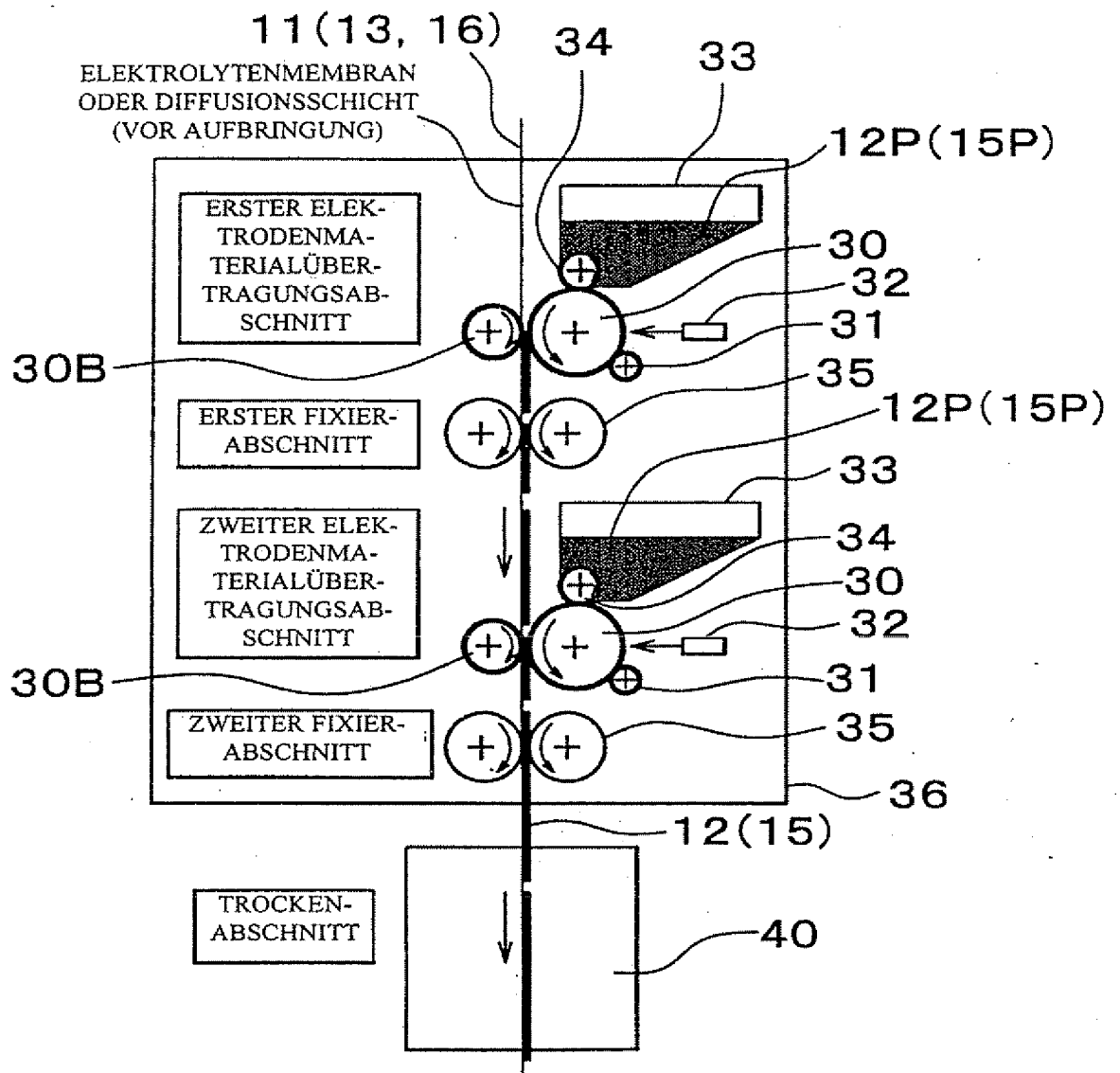


FIG. 16

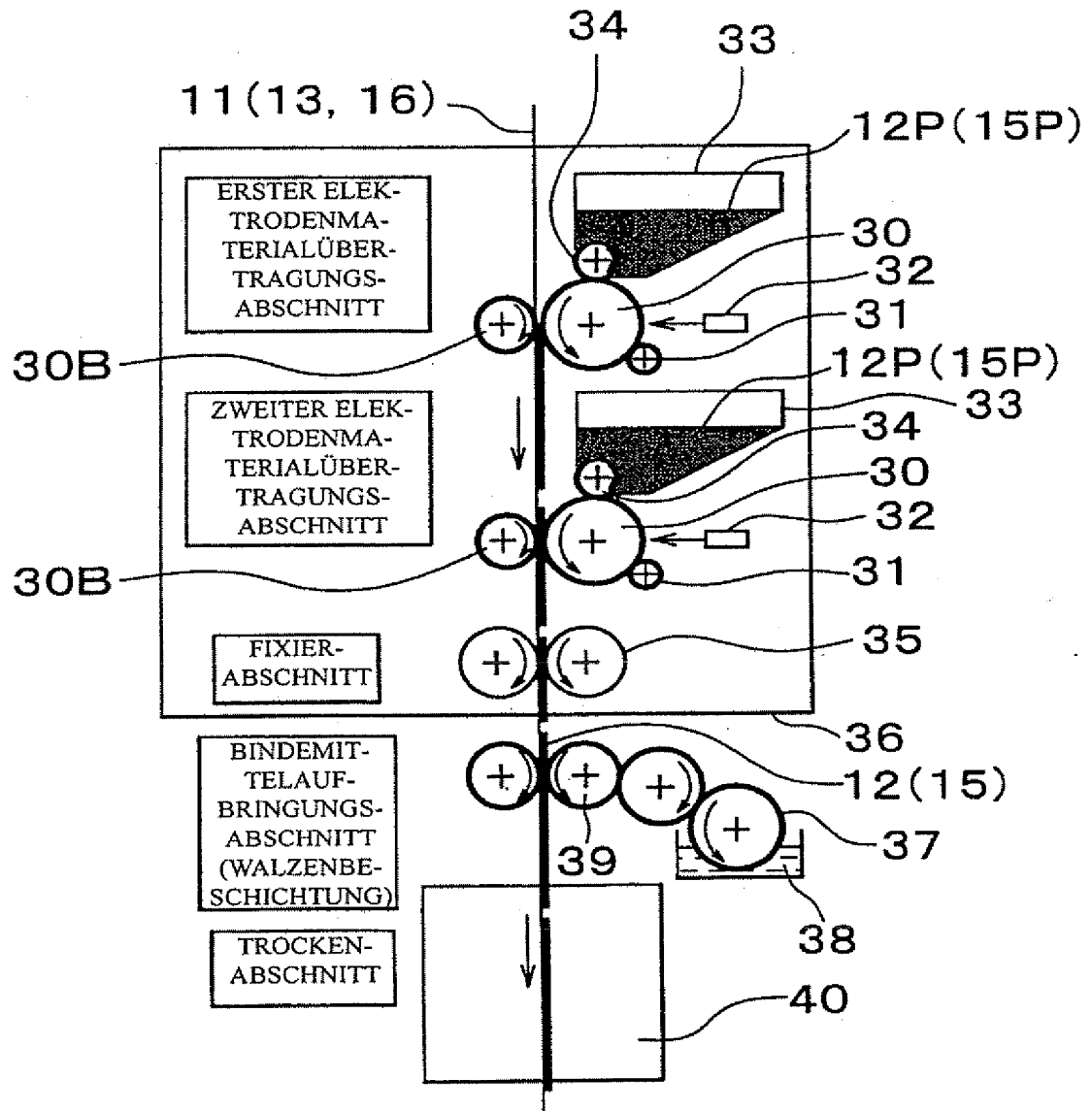


FIG. 17

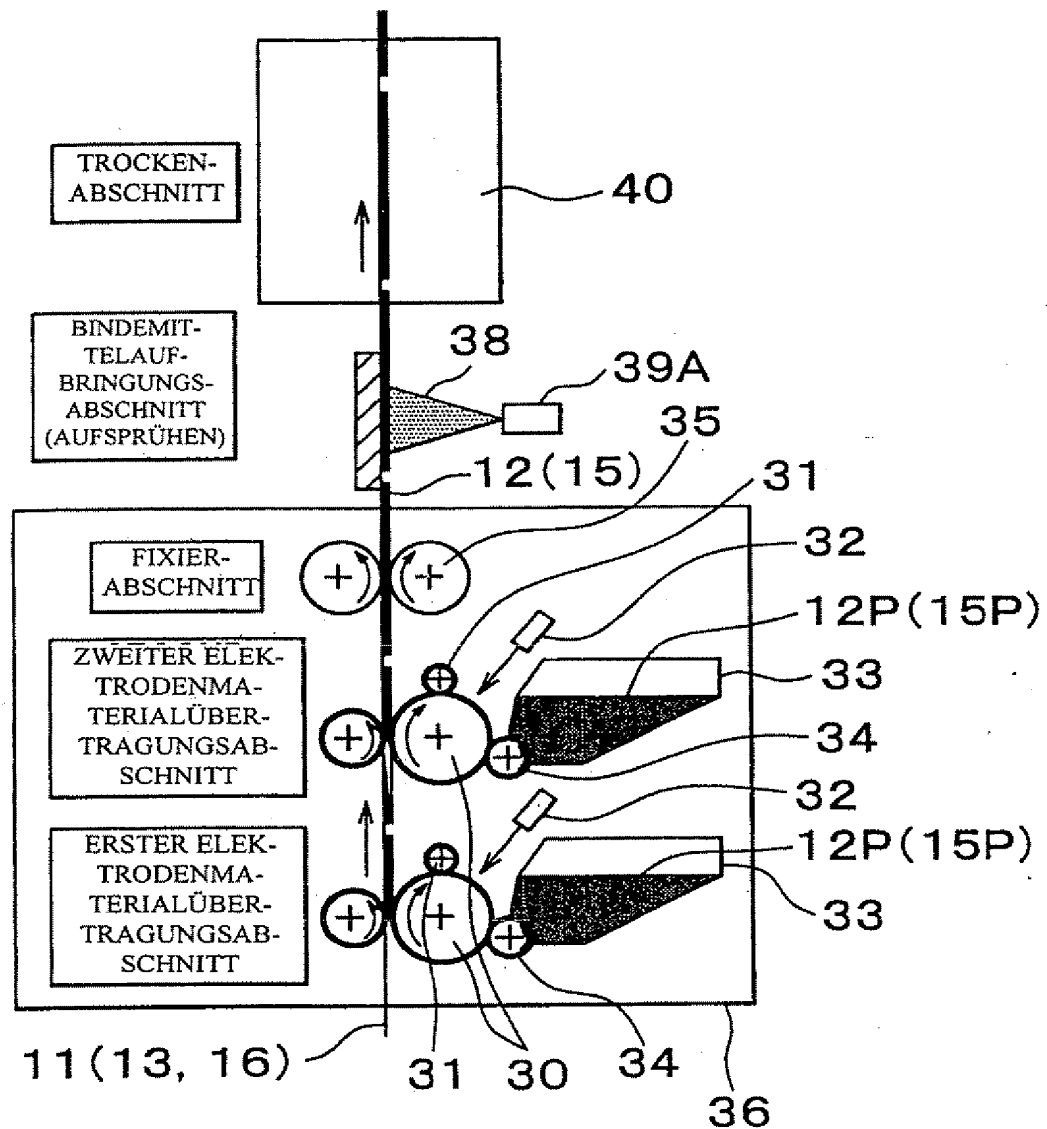


FIG. 18

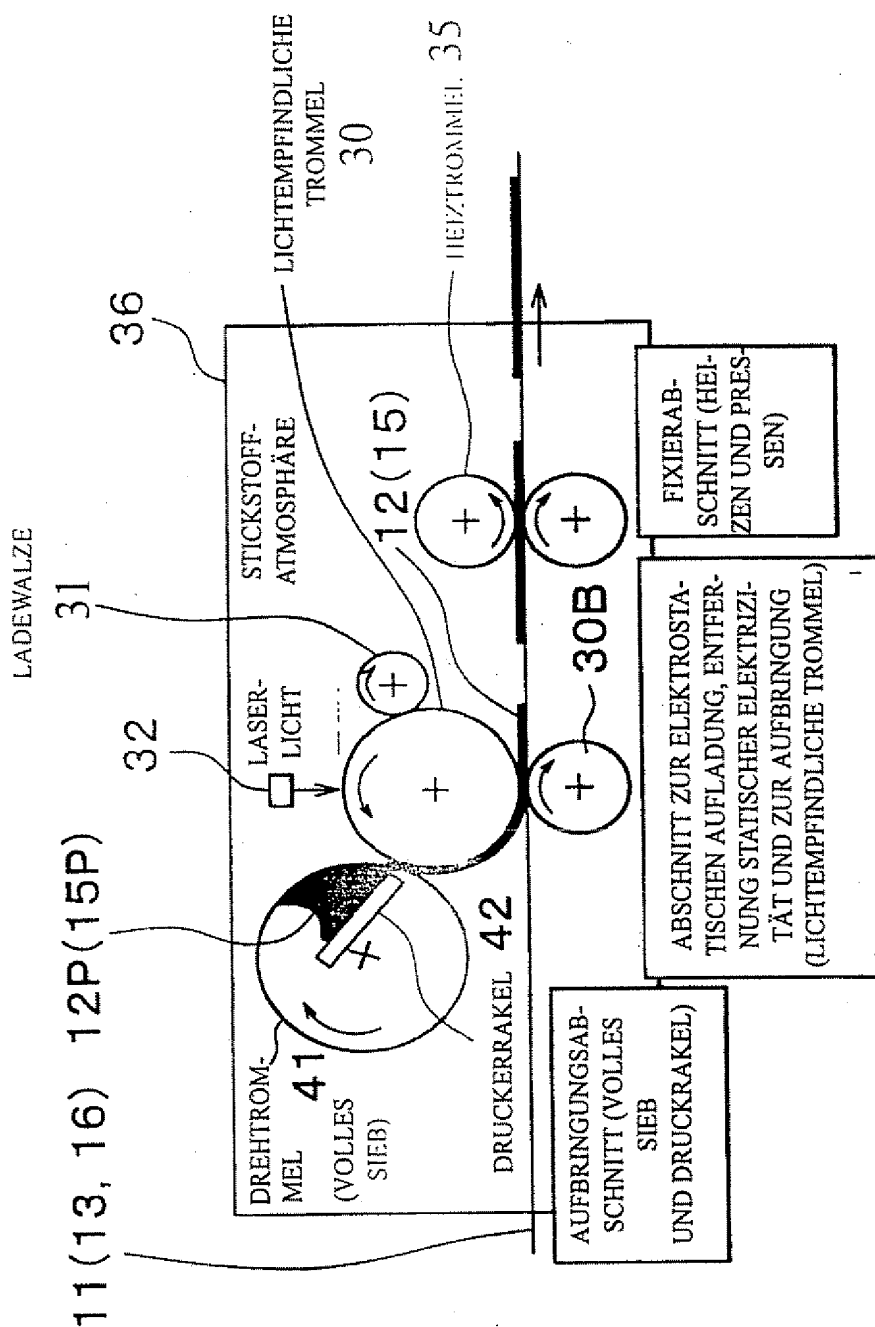


FIG. 19

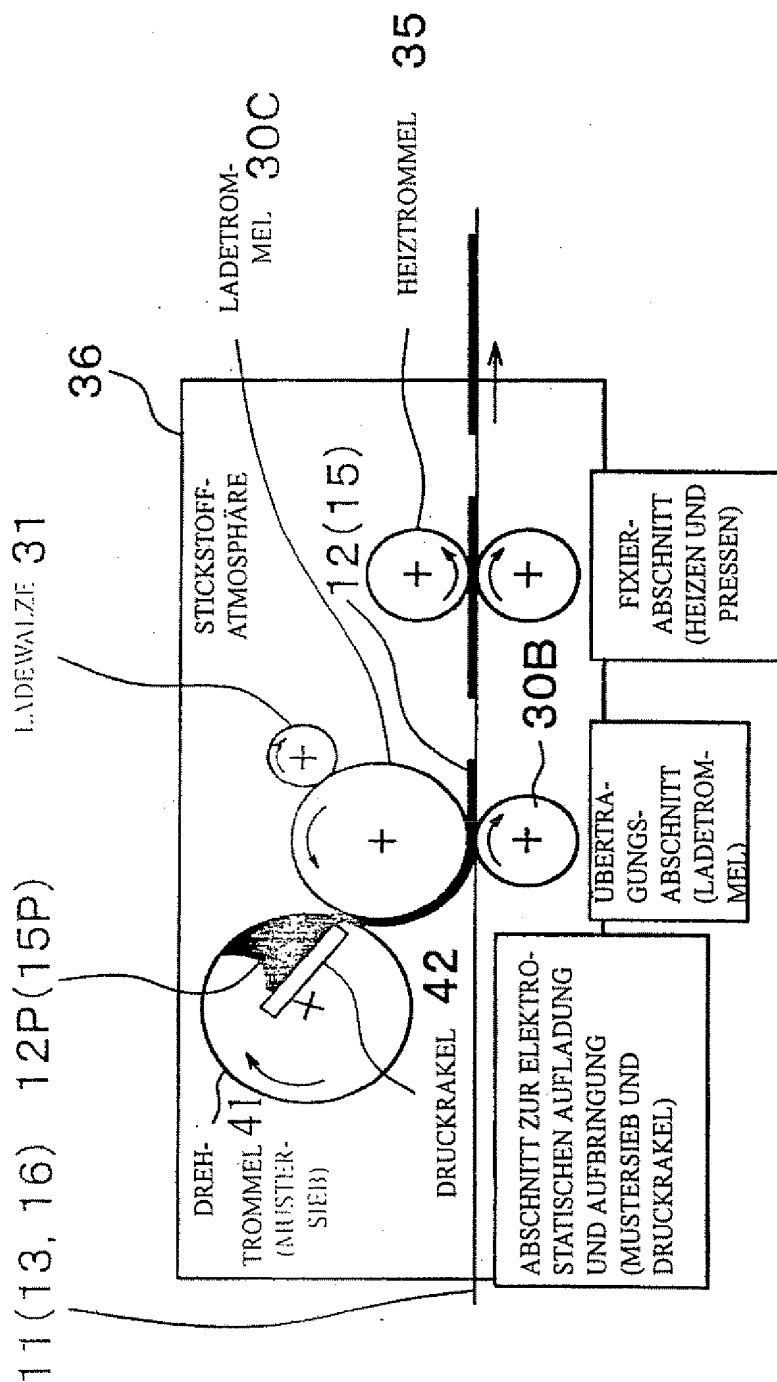


FIG. 20

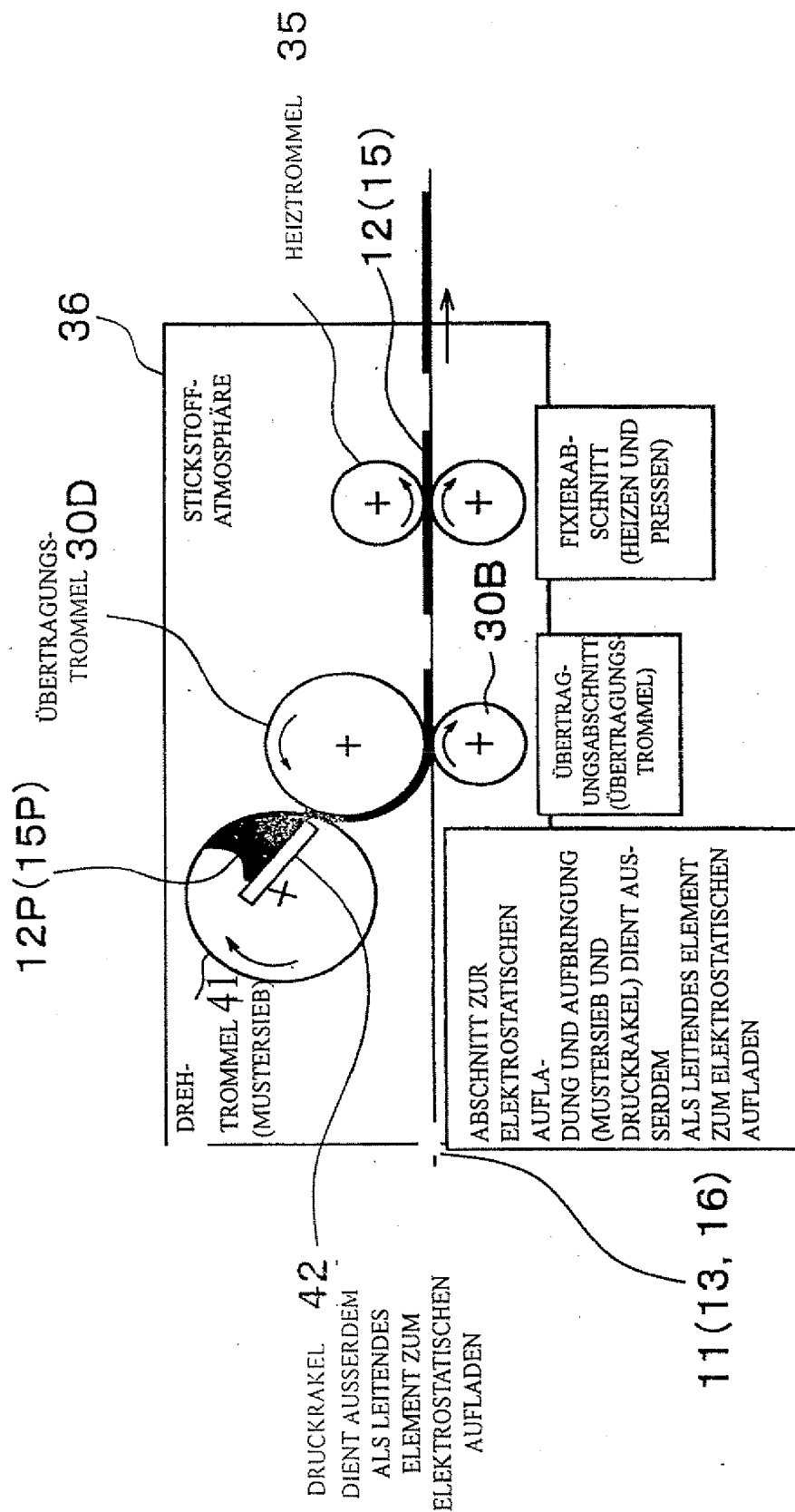


FIG. 21

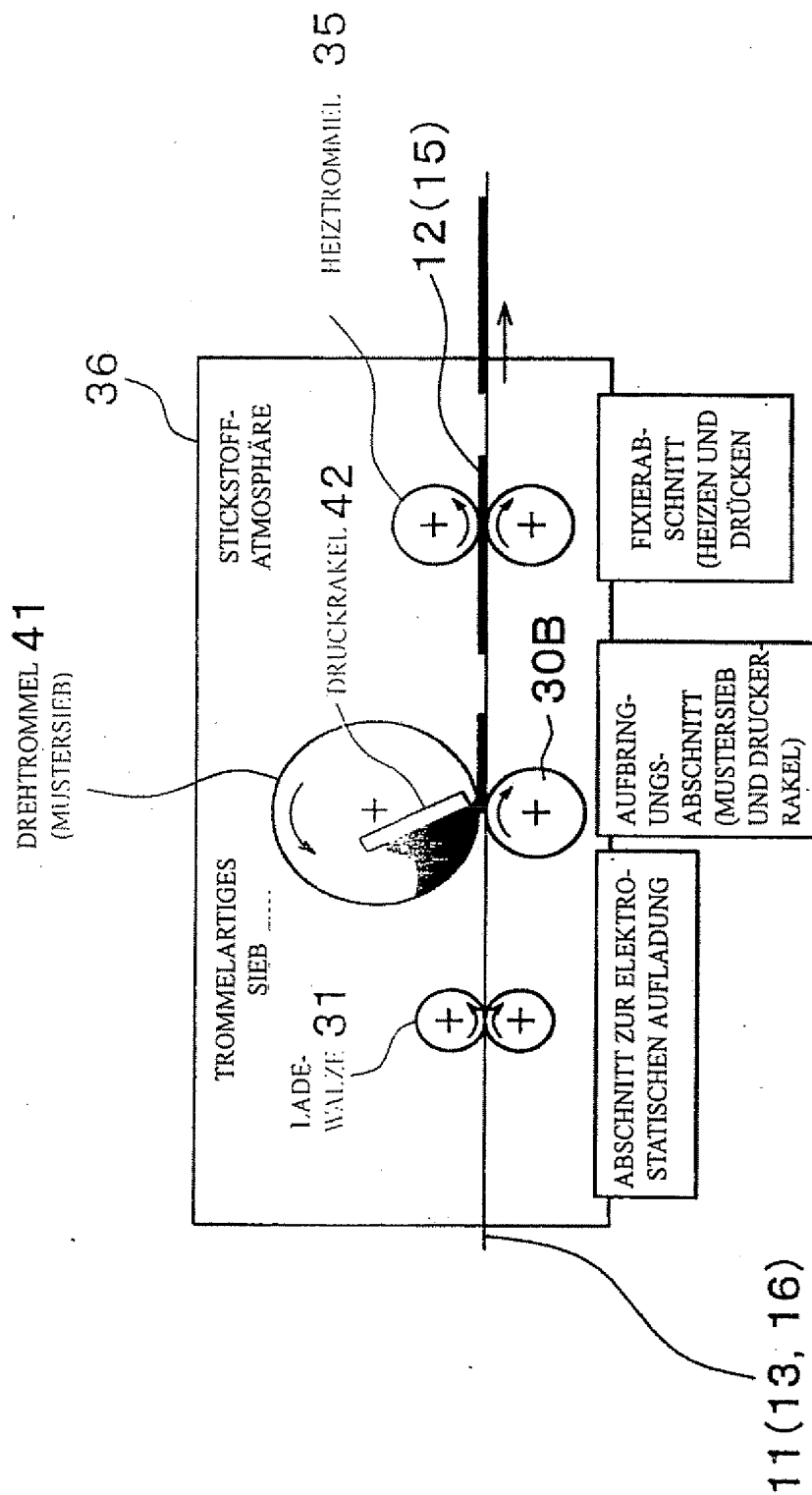


FIG. 22

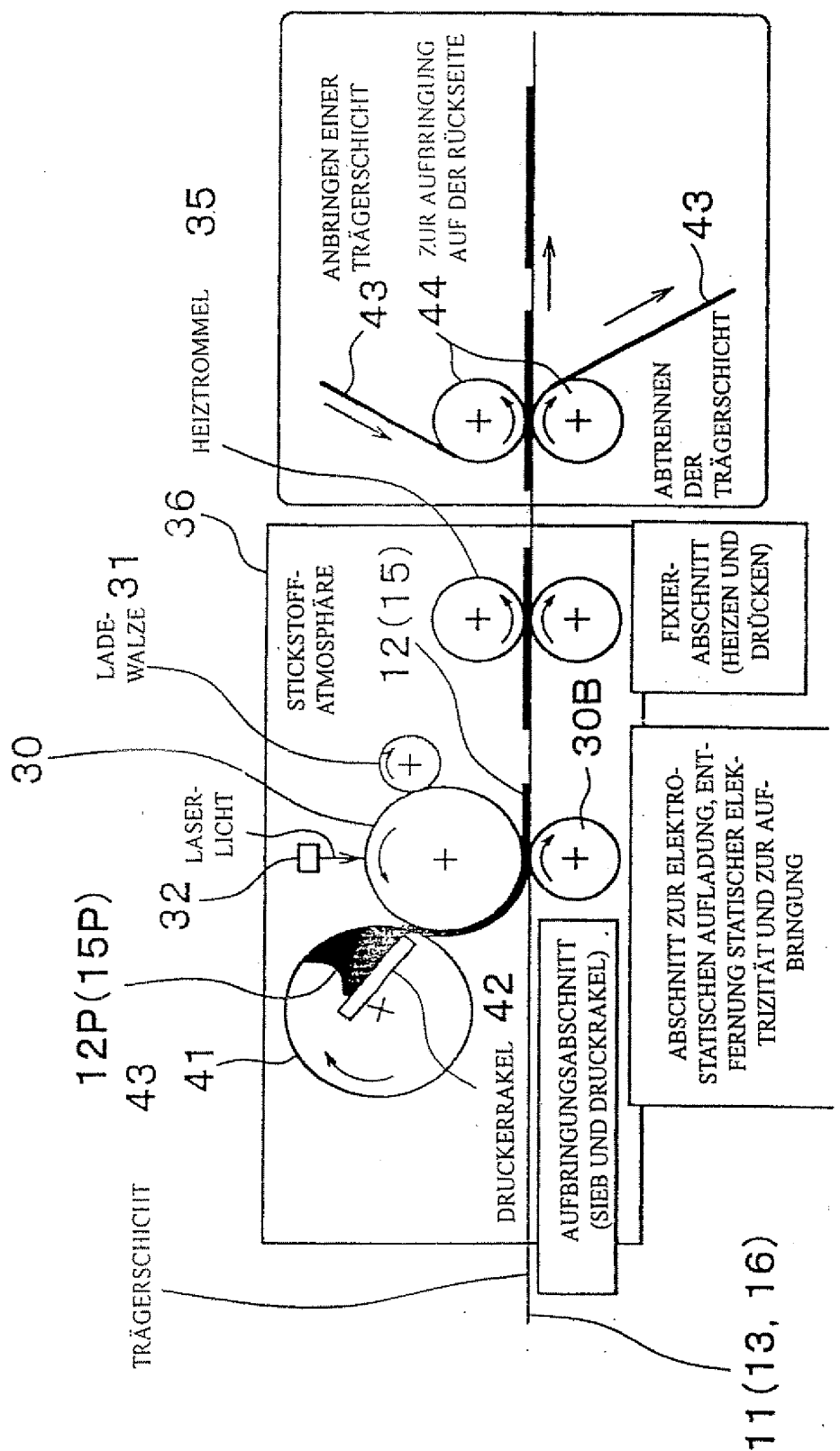


FIG. 23

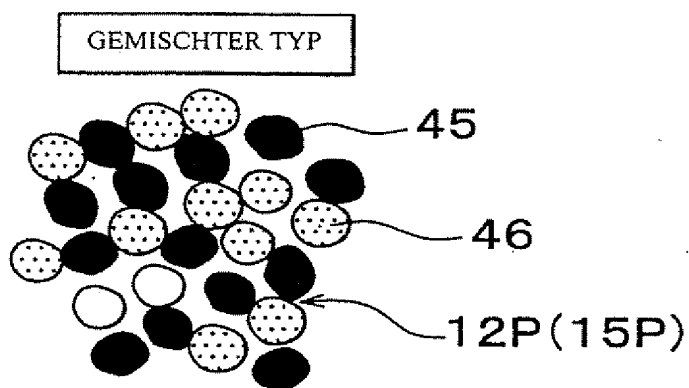


FIG. 24

